ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ
SÉRIE DE MONOGRAPHIES
Nº 63

SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'EAU DE BOISSON

SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'EAU DE BOISSON

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ
GENÈVE
1977

ISBN 92 4 240063 7

© Organisation mondiale de la Santé, 1977

Les publications de l'Organisation mondiale de la Santé bénéficient de la protection prévue par les dispositions du Protocole N° 2 de la Convention universelle pour la Protection du Droit d'Auteur. Pour toute reproduction ou traduction partielle ou intégrale, une autorisation doit être demandée au Bureau des Publications, Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse. L'Organisation mondiale de la Santé sera toujours très heureuse de recevoir des demandes à cet effet.

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Secrétariat de l'Organisation mondiale de la Santé aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

La mention de firmes et de produits commerciaux n'implique pas que ces firmes et produits commerciaux sont agréés ou recommandés par l'Organisation mondiale de la Santé de préférence à d'autres. Sauf erreur ou omission, une majuscule initiale indique qu'il s'agit d'un nom déposé.

IMPRIMÉ EN BELGIQUE

TABLE DES MATIÈRES

Pages

Préface 9

1. INTRODUCTION 11
   - Surveillance 11
   - Justification de la surveillance 13
   - But de la monographie 15
   - Objectifs de la monographie 15
   - Étendue de la monographie 16
   - Limites de la monographie 16
   - Niveaux de surveillance 17

2. ORGANISATION 21
   - L'organisme de surveillance 21
   - Doubles responsabilités des services des eaux et des autorités sanitaires 21
   - Organisation administrative 23
   - Niveaux de surveillance 24
   - Point de la situation actuelle 25
   - Estimation de la main-d'œuvre et des prévisions budgétaires nécessaires aux programmes de surveillance 27
   - Procédures écrites 28
   - Budget autonome 28
   - Services d'appui 28

3. LOIS, RÈGLEMENTS ET NORMES 29
   - Autorité législative 29
   - Dispositions touchant le respect des règlements 29
   - Incitations financières 30
   - Normes pour l'eau de boisson 30
   - Codes relatifs à la distribution et aux conduites d'eau . 30
   - Autres normes 30
   - Pouvoirs spécifiques 31

4. PERSONNEL 32
   - Introduction 32
   - Personnel de l'organisme de surveillance . . . . .

Personnel du service des eaux 35
Cadres supérieurs des organisations de santé publique . . 36
Examen médical des exploitants 36
Programme de formation professionnelle 37
Cours de formation professionnelle 38

5. ENQUÊTES SANITAIRES 39
Introduction 39
Époque et fréquence des enquêtes 40
Qualification des enquêteurs sanitaires 44
Exploitants 45
Formules et dossiers de rapports d'enquête sanitaire . . . 46
Directives pour les enquêtes sanitaires 47
Dossiers 48

6. ÉCHANTILLONNAGE DE L'EAU DE BOISSON 49
Introduction 49
Échantillonnage bactériologique; fréquence et nombre des prélèvements 49
Situation des points d'échantillonnage 51
Prélèvement des échantillons 53
Echantillonnage chimique 54
Transport des échantillons 54
Coordination avec le laboratoire 54

7. ANALYSE DES ÉCHANTILLONS D'EAU 55
Objet 55
Chlore résiduel 55
La membrane filtrante 57
Surveillance chimique 59
Laboratoires des services des eaux 60
Laboratoire de référence 61

8. MESURES CORRECTIVES 63
Correction des défectuosités 63
Urgence de l'intervention 63
Observation des dispositives du manuel de service . . . 64
Mesures juridiques 64
Correction des défectuosités sans obligation juridique . . 65
Continuité des mesures à prendre 66
Limites des mesures correctives 66
Assistance en cas d'urgence 67

9. LA SURVEILLANCE ET LES RÉSEAUX SPÉCIAUX . . . 68
Réseaux ruraux 68
Bidonvilles et « franges » urbaines 69
Réseaux de desserte de populations nomades 69
Eaux en bouteilles 69
Glace 70
Industries de traitement des aliments et des boissons . . 71
Approvisionnements d'eau en cas d'urgence 71
Réseaux d'alimentation en eau d'établissements particuliers 71

ANNEXES

Annexe 1. Exemples de programmes de surveillance de la qualité de l'eau de boisson 72
Annexe 2. Examen médical du personnel d'un service des eaux 76
Annexe 3. Formation professionnelle 77
Annexe 4. Directives pour les enquêtes sanitaires 88
Annexe 5. Interconnexions et siphonnage en retour 109
Annexe 6. Enquête sanitaire sur l'approvisionnement en eau à l'échelon municipal 117
Annexe 7. Prélèvement d'échantillons bactériologiques; liste de contrôle 125
Annexe 8. Méthodes d'analyse 127
Annexe 9. Réunion OMS sur l'établissement de directives pour la surveillance de la qualité de l'eau de boisson . . 135
Annexe 10. Liste des experts consultés 136

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 138

INDEX 143

PRÉFACE

Depuis quelque temps l'Organisation mondiale de la Santé s'inquiétait en constatant la carence, dans la littérature consacrée à la surveillance, du point de vue de la santé publique, de la qualité de l'eau de boisson dans les pays en voie de développement, d'ouvrage à la fois concis, complet et pratique utilisable à lui seul comme source d'informations et de directives. Etonnamment rares sont les études exhaustives qui ont été entreprises à ce sujet et très peu nombreux les pays en voie de développement qui ont mis en œuvre à l'échelon national des programmes de surveillance officiellement organisés, vraiment adéquats et efficaces.

D'importants efforts ont déjà été déployés et de nouvelles entreprises sont en cours pour assurer des approvisionnements en eau salubres et commodes, sous canalisation, à la majeure partie de la population mondiale. Mais les avantages de tels approvisionnements, même suffisants, ne sont pas automatiquement garantis par la construction de stations d'épuration et de réseaux de distribution. En fait, l'expérience à montré que, s'il n'est pas l'objet d'une surveillance convenable, tout réseau de distribution risque de devenir une véritable voie de propagation de la maladie.

C'est pourquoi ont été rassemblés dans la présente publication des renseignements et des indications concernant la planification, l'organisation et la mise en œuvre des programmes de surveillance de la qualité de l'eau de boisson à l'échelon national ou régional dans les pays en voie de développement. Il s'agit d'une monographie conçue à l'intention du personnel des services de santé publique et des autorités responsables de la production et de la distribution de l'eau de boisson, des ingénieurs et agents sanitaires dont les activités touchent la santé publique ou les approvisionnements en eau, des exploitants des stations de traitement et de toutes les autres personnes qui s'intéressent professionnellement aux approvisionnements en eau.

Les directives présentées ici procèdent d'une étude des méthodes et modalités de surveillance de la qualité de l'eau de boisson dans les pays en voie de développement, qui avait été entreprise en 1968 par accord entre l'OMS et l'Université de Caroline du Nord, Chapel Hill, États-Unis d'Amérique, et que le Professeur F.E. McJunkin avait été chargé de diriger. A cette fin, des informations ont été recueillies grâce : 1) à l'examen sur place des programmes de surveillance de huit pays; 2) à des échanges de correspondance et à des entrevues avec du personnel des services de santé publique et des approvisionnements publics en eau, ainsi qu'avec des membres du secrétariat de l'OMS qui s'occu-

pent des problèmes de salubrité de l'environnement; 3) à des commentaires et suggestions formulés par les experts qui ont été consultés; 4) à l'examen de publications de l'OMS et de documents inédits, notamment de rapports nationaux, de questionnaires et de rapports d'enquête sur le choléra; 5) finalement, à une revue de la littérature technique et scientifique pertinente.

Le projet de directives qui avait été rédigé par le Professeur McJunkin a été communiqué à divers spécialistes, puis révisé en fonction de leurs commentaires et suggestions; la liste de ces experts figure à l'annexe 10. Le texte refondu a été ensuite examiné par un collège de conseillers convoqués par l'OMS, à Genève, du 18 au 24 février 1975; au cours de cette réunion le texte a été mis sous sa forme définitive. La liste des membres dudit collège constitue l'annexe 9 à la présente monographie. L'Organisation mondiale de la Santé est extrêmement reconnaissante à ces experts et conseillers, et tout particulièrement au Professeur McJunkin, de la peine qu'ils se sont donnée pour formuler ces directives.

L'applicabilité de toutes les conceptions exposées ici a été prouvée en conditions d'exploitation. Il convient, toutefois, de signaler qu'aucune directive de caractère général n'est rigidement, arbitrairement, inéluctablement utilisable; les innovations progressives sont toujours à encourager. Il siéra néanmoins, le cas échéant, de soumettre à une critique sévère tout écart important par rapport aux directives et principes proposés.

Pour assurer des approvisionnements en eau salubre, il ne suffit pas d'exercer une surveillance efficace, il s'impose absolument de réaliser des réseaux d'adduction convenablement planifiés, conçus, exploités et entretenus. Les lecteurs que la question intéresse trouveront beaucoup de renseignements utiles sur ces aspects des approvisionnements en eau dans quatre publications de l'OMS : Approvisionnement en eau des zones rurales et des petites agglomérations (*28*), Techniques et contrôle du traitement des eaux (*17*), La filtration lente sur sable (*29*), *et* Normes internationales pour l'eau de boisson (*10*).

1. *Introduction*

Surveillance

La surveillance de la qualité de l'eau de boisson peut se définir comme étant « l'évaluation et la supervision continues et vigilantes, du point de vue de la santé publique, de la salubrité et de l'acceptabilité des approvisionnements publics en eau de boisson ». La protection de ces approvisionnements, dans l'intérêt de la santé publique, doit être telle que chaque élément de l'ensemble du réseau — source, traitement, stockage et distribution — fonctionne sans risque de défaillance. Il est illusoire de croire à l'impeccabilité du traitement si le réseau de distribution permet une contamination par la faute d'installations défectueuses ou de l'existence d'interconnexions; de même, aussi excellent soit-il, un réseau de distribution ne protège pas la santé publique s'il fournit de l'eau insuffisamment traitée; enfin, bien entendu, il y a également danger quand le débit d'une source fortement polluée risque de dépasser la capacité de traitement des installations.

Les éléments de tout programme de surveillance sont multiples : génie sanitaire, examens physique, biologique, chimique et institutionnel des approvisionnements en eau. Le premier constitue *l'enquête sanitaire,* c'est-à-dire *l'inspection et l'évaluation sur place,* par une personne qualifiée, de toutes les conditions, installations et pratiques touchant le réseau d'approvisionnement en eau, qui pourraient être à l'origine de quelque danger pour la santé du consommateur. Les examens physique, biologique (généralement bactériologique) et chimique comportent des essais sur des échantillons d'eau tant en campagne qu'au laboratoire. Quant à l'examen institutionnel il porte sur les éléments de l'exploitation et de la gestion qui pourraient faire courir des risques pour la santé des consommateurs, par exemple l'emploi d'exploitants incompétents.

L'évaluation complète des risques sanitaires dans un grand réseau doit comprendre au minimum un examen minutieux et critique des points suivants :

Qualité de la source
Débit de la source
Protection de la source
Suffisance et fiabilité du traitement
Réseau de distribution (qualité, pression et continuité)
Contrôle de la qualité (dossiers, échantillonnage, épreuves)
Mesures contre les interconnexions et le siphonnage en retour
Chlore résiduel dans le réseau de distribution (s'il y a lieu)
Procédés de construction et de réparation des installations (y compris la désinfection avant la mise ou remise en service)
Modalités de la maintenance
Niveau de l'exploitation

L'œuvre d'évaluation ne consiste pas simplement à déceler ce qui «cloche» et à y remédier, elle doit aussi comporter des mesures visant à réduire (sinon à éliminer) les dangers que présente l'environnement pour la santé humaine, ainsi qu'à conseiller, favoriser et stimuler toutes les améliorations possibles. Elle englobe en outre des activités plus générales en vue de promouvoir la salubrité des approvisionnements en eau — formation du personnel d'exploitation, information de la population en matière de prévention des maladies à transport hydrique et éducation sanitaire, par exemple). Bien que ces activités puissent être assumées par d'autres administrations, les organismes de surveillance doivent leur porter un intérêt actif et collaborer avec les services en cause.

Aucune administration directrice ne pouvant être omniprésente, la surveillance doit être partagée entre les organismes d'approvisionnement et de surveillance. Les contrôles périodiques effectués par l'organisme de surveillance ont pour objet de vérifier que les producteurs d'eau supervisent convenablement leurs propres activités. Tout service des eaux est constamment responsable de la qualité et de la salubrité de l'eau qu'il fournit. Mais, en dernier ressort, c'est l'organisme de surveillance qui, dans l'intérêt de la santé publique, est chargé de veiller à ce que toutes les eaux de boisson relevant de son contrôle soient exemptes de dangers pour la santé du consommateur.

La longue durée (plusieurs années) de la période nécessaire à la planification, au financement, à la conception et à la réalisation d'un vaste projet d'approvisionnement en eau d'une collectivité conduit souvent à un déclin d'activité et d'intérêt pour la qualité de l'eau, si bien que la formulation de normes adéquates d'exploitation, de maintenance et de surveillance est souvent négligée. Pourtant, paradoxalement, tout nouveau réseau d'approvisionnement en eau peut facilement devenir une véritable voie de vaste transmission de la maladie.

Le tableau 1 résume quelques-unes des lacunes les plus communes de la surveillance, telles que les a révélées une enquête multinationale récente. Beaucoup de ces déficiences procèdent d'un manque de capitaux et de ressources humaines, mais nombre d'entre elles sont dues à une certaine complaisance et à l'apathie des autorités en matière d'approvi-

Tableau 1. Défaillances communes de la surveillance des eaux

1. Omission de porter à l'attention générale le danger de poussées de maladies à transport hydrique et (ou) de signaler ces poussées aux pourvoyeurs d'eau
2. Absence de politiques et procédures bien établies en matière de surveillance
3. Omission d'exécuter des enquêtes sanitaires
4. Omission de prélever des échantillons d'eau brute et d'eau livrée aux consommateurs
5. Omission de remédier aux déficiences et de prendre des mesures correctives
6. Omission, par les laboratoires, de notifier aux services des eaux les résultats des analyses pratiquées
7. Insuffisance du programme d'approbation de nouvelles sources
8. Omission d'adopter et de mettre en vigueur des normes pour l'eau de boisson
9. Omission de protéger les bassins versants, puits et sources, de toute contamination par la surface
10. Omission de maintenir une pression hydraulique positive dans tout le réseau de distribution
11. Omission de maintenir un taux de chlore résiduel continu dans les réseaux de distribution
12. Insuffisance ou absence de programmes d'évitement des interconnexions et des siphonnages en retour
13. Absence de procédures de laboratoire normalisées
14. Omission de tenir des dossiers de station, par exemple des registres du taux de chlore résiduel
15. Omission de tenir des registres de la surveillance exercée
16. Prélèvement d'échantillons bactériologiques en des points fixes non représentatifs du réseau de distribution
17. Omission de désinfecter les constructions nouvelles et les installations après les avoir soumises à des travaux de réparation
18. Manque d'autorité juridique adéquate
19. Insuffisance de budget et de main-d'œuvre
20. Insuffisance de personnel bien formé et qualifié
21. Moyens de laboratoire et appui insuffisants
22. Promotion inexistante de programmes de maintenance adéquats

sionnement en eau et de surveillance de la qualité de l'eau fournie. L'efficacité de la surveillance est, en grande partie, question d'attitude.

En matière de surveillance il n'y a pas de mystères. Aucune «percée», aucun «raccourci», aucune découverte récente ne sont à signaler. Mais on peut tirer parti des expériences, heureuses ou malheureuses, faites par d'autres. La présente monographie vise à réunir en un seul ouvrage, à l'intention des responsables de la qualité de l'eau fournie aux collectivités urbaines et rurales, particulièrement dans les pays en voie de développement, tout un ensemble de pratiques et procédés utiles.

Justification de la surveillance

Eau et santé

Selon des estimations dignes de foi, un demi-milliard de sujets sont touchés chaque année par des maladies invalidantes véhiculées par l'eau

ou, en général d'origine hydrique, et un million d'entre eux — dont la moitié environ sont des nourrissons — y succombent (*1*). On évalue à 25 % la proportion mondiale des lits d'hôpitaux qui sont occupés par suite de l'insalubrité de certaines eaux (*2*). Les maladies en cause sont les fièvres typhoïde et paratyphoïdes, le choléra, l'hépatite infectieuse, les dysenteries bacillaire et amibienne et de nombreuses variétés d'affections gastro-intestinales (*3, 4, 5*). L'existence des dangers latents que présentent pour la santé publique les approvisionnements en eau est liée à la qualité de l'eau consommée. Une eau exempte de *Salmonella typhi,* par exemple, ne peut pas transmettre la fièvre typhoïde. Les répercussions sanitaires des maladies parasitaires véhiculées par l'eau sur les plans de développement hydrique seront examinés dans une brochure publiée par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) en conjonction avec l'OMS (*6*).

Quand on consulte les dossiers des épidémies des maladies à transport hydrique, on constate toujours que, pendant la transmission de la maladie, il existait dans le réseau d'approvisionnement en eau local des défectuosités flagrantes. Le plus souvent il s'agissait d'une pollution imprévue provenant d'une source préalablement saine, de l'utilisation d'une eau brute polluée et non traitée, d'une défaillance des processus de traitement, ou encore d'une pollution du réseau de distribution, notamment de l'existence d'interconnexions. Tous ces défauts sont décelables et peuvent être corrigés grâce à des mesures de surveillance adéquates.

Protection des ressources investies dans les programmes d'approvisionnement en eau

Effectuée en vue d'estimer la situation en 1970, une enquête globale sur les approvisionnements en eau des collectivités a montré que, dans les zones rurales des pays en voie de développement, où vit la grande majorité de la population mondiale, plus de 85 % des habitants manquaient de tout accès satisfaisant à une eau raisonnablement indemne de contamination. Plus de 30 % de la population urbaine de ces pays n'avaient pas accès à une source d'eau sous canalisation à domicile, ni même à une borne-fontaine (*7*). Parmi la population urbaine qui disposait de l'eau courante, moins de la moitié jouissait d'un service permanent; celui dont disposaient les autres était intermittent, impliquant évidemment des risques pour la santé publique.

En 1972, tablant sur ces renseignements, la Vingt-Cinquième Assemblée mondiale de la Santé a entériné, pour les approvisionnements en eau dans les pays en voie de développement, des objectifs globaux révi-

sés à atteindre dans la Deuxième Décennie pour le Développement des Nations Unies (1971-1980), à savoir :
— dans les zones urbaines, la desserte de 60 % de la population par l'eau courante à domicile et du reste (40 %) par des bornes-fontaines publiques;
— dans les collectivités rurales, pour 25 % de la population, un accès raisonnablement aisé à une eau salubre (*8*).

L'Assemblée mondiale de la Santé a recommandé « aux États membres d'adopter des objectifs nationaux précis en ce qui concerne l'approvisionnement en eau du secteur rural aussi bien qu'urbain » (*9*). Les frais globaux de construction à prévoir pour atteindre ces objectifs ont été estimés à environ US $14×10^9$ (en tablant sur les prix de 1970).

La Vingt-Cinquième Assemblée mondiale de la Santé a également recommandé aux États de faire en sorte que soit assurée « une surveillance efficace de la qualité de l'eau de boisson » (*9*).

But de la monographie

Cette monographie vise à venir en aide aux pays, organisations et particuliers qui cherchent à prévenir les maladies intestinales à transport hydrique en assurant la salubrité de l'eau de boisson fournie dans la zone de leur ressort.

Objectifs de la monographie

L'objectif principal est de fournir des renseignements et des directives pour la mise au point de programmes de surveillance à l'échelon fédéral, national, provincial, départemental ou cantonal, ainsi que d'indiquer des priorités à des niveaux compatibles avec les ressources et l'expérience locales.

Les autres objectifs sont :

a) d'offrir aux organismes de surveillance des directives qui leur permettent d'évaluer leurs propres programmes;

b) de guider les organisations sanitaires nationales dans l'évaluation du niveau de la surveillance des eaux de boisson entreprise dans le pays;

c) de constituer un document de référence pour l'établissement de programmes de formation à l'intention du personnel de surveillance et d'exploitation; et

d) de fournir une liste de contrôle aux fins d'identification des lacunes qui peuvent exister dans la surveillance exercée et dans les procédés appliqués par les services des eaux, ainsi que d'indiquer les mesures correctives possibles.

Cette monographie s'efforce aussi de montrer que : 1) le succès de la surveillance est subordonné aux efforts conjoints des autorités et du personnel du service des eaux et de l'organisme de surveillance; 2) la surveillance exige une prise de conscience des risques potentiels pour la santé.

Étendue de la monographie

Cette monographie ne traite que des activités opérationnelles directement praticables dans les programmes de surveillance classiques des pays en voie de développement. Certes les qualités de la gestion, de la planification, de la conception, du financement, de l'exploitation et de la maintenance des installations d'approvisionnement public en eau sont toutes indispensables pour réussir à fournir une eau exempte de risques pour la santé, mais ces questions ne sont examinées que dans la mesure où elles touchent directement les activités de surveillance. Les modalités détaillées des examens bactériologique, chimique et physique de l'eau sont largement diffusées dans la littérature technique et, à l'exception de certains dosages-clés, ne seront pas exposées ici. De même, les raisons de fixer des limites à la teneur en certains constituants de l'eau de boisson ont été examinés ailleurs, par exemple dans les *Normes internationales pour l'eau de boisson* (*10*).

Limites de la monographie

Son but général, ses objectifs, son étendue et son audience prévue imposent à la monographie certaines limites.

a) Les directives sont nécessairement de caractère général, et il peut se faire que leur application locale exige quelque adaptation.

b) Les politiques et procédés esquissés ci-après sont conformes aux pratiques généralement adoptées en matière de santé et d'environnement mais elles ne sont ni exclusives, ni exhaustives; rien ne s'oppose aux initiatives, connaissances et innovations locales.

c) La monographie s'occupe surtout du service des eaux des collectivités plutôt que des réseaux de desserte des habitations familiales particulières.

d) La surveillance en soi n'assure pas un bon service des eaux, elle ne représente qu'un élément essentiel de la structure générale des approvisionnements publics en eau; pour que la surveillance soit efficace, l'ensemble du réseau doit fonctionner convenablement — par exemple, les qualités de gestion, de conception, de construction, d'exploitation et de maintenance sont indispensables à l'alimentation en eau salubre.

Mais ces questions ne sont pas examinées en profondeur dans la présente monographie; elles sont traitées dans d'autres publications de l'OMS (cf. la préface, p. 10). [a]

e) Cette monographie ne traite que des aspects tangibles de la surveillance, bien qu'une caractéristique des programmes de surveillance efficace soit la qualité de la direction — un aspect intangible; le rôle et l'importance de la surveillance dans les programmes d'approvisionnement en eau est souligné ici, mais, il est fréquent que, faute d'une direction compétente, vigoureuse, la valeur de la surveillance soit restreinte.

f) Plusieurs manières d'aborder le développement et la mise en œuvre d'un bon programme de surveillance sont possibles; en définitive, le programme de surveillance doit être considéré à la lumière des résultats obtenus.

Niveaux de surveillance

Les niveaux de surveillance de la qualité de l'eau de boisson varient beaucoup dans les pays en voie de développement, tout comme varient

Tableau 2. Programmes de surveillance de la qualité de l'eau de boisson d'après le niveau ou l'intensité des activités prévues

Niveau de surveillance	Qualificatif	Situation nationale
I	Initial	Programme qu'il est proposé d'adopter dans les pays en voie de développement qui actuellement n'ont ni programme ni responsabilité de surveillance formulés
II	Fondamental	Programme qu'il est proposé d'adopter dans les pays en voie de développement qui actuellement ont un programme nominal avec de sévères limitations d'ampleur et d'efficacité
III	Intérimaire	Programme qu'il est proposé d'adopter dans les pays en voie de développement qui actuellement n'ont de programme établi que dans les très grandes villes
IV	Intermédiaire	Programme qu'il est proposé d'adopter dans les pays en voie de développement qui actuellement ont un programme établi à l'échelon national et s'efforcent d'améliorer l'efficacité de la surveillance
V	Avancé	Programme analogue à ceux qui sont en cours dans les pays industrialisés ayant généralement éliminé les risques de transmission des maladies à transport hydrique par leurs approvisionnements en eau. (La présente monographie insiste sur les niveaux I–IV)

[a] Parmi les autres publications de l'OMS que le lecteur pourrait utilement consulter, il convient de signaler l'ouvrage de Okun & Ponghis, *Collecte et évacuation des eaux usées* (*49*) ainsi que les n^{os} 420 (*4*), 490 (*13*) et 541 (*5*) de la Série de rapports techniques.

Tableau 3. Résumé des principales activités correspondant à différents niveaux de surveillance[a]

Activité de l'organisme de surveillance	Niveau de surveillance			
	I	II	III	IV
1. Lois, règlements et politiques	fondamental	fondamental	intermédiaire	complet
2. Mise en vigueur		celle qu'implique l'activité 1		
3. Normes pour l'eau de boisson	bactériologique seulement	bactériologique et physique	bactériologique, physique et parfois chimique	internationale ou équivalente
4. Assistance technique	limitée	passif	cas spéciaux	actif
5. Formation: Personnel	en service	en service + cours accéléré	en service + cours accéléré	en service + institut technique
Exploitants des stations d'eau	néant	séminaires	séminaires + cours accélérés	séminaires + institut technique
6. Enquêtes sanitaires	grandes villes	toutes les villes	tous les secteurs urbains et quelques-uns ruraux	quelques secteurs urbains et beaucoup de secteurs ruraux
7. Approbation des sources		comme ci-dessus		
8. Echantillonnage et contrôle	comme ci-dessus	comme ci-dessus	secteurs urbains	secteurs urbains, sect. ruraux spéciaux
9. Méthodes-types d'analyse	bactériologique Cl^- résiduel	bactériologique, physique et Cl^- résiduel	bactériologique, physique et parfois chimique	international ou équivalent
10. Communications des besoins		pour les activités 6, 7, 8, 9		
11. Mesures rectificatives		selon les besoins		
12. Etablissement de laboratoires	utilisation des installations existantes, p.ex. du lab. de santé	lab. central spécialisé	lab. régionaux, s'il y a lieu	lab. régionaux + lab. de référence complètement équipé

[a] Pour plus de détails, cf. annexe 1.

Tableau 3 *(suite)*

Activité de l'organisme de surveillance	Niveau de surveillance			
	I	II	III	IV
13. Normes ou critères de conception	consultatif	consultatif	officieux	approbation officielle
14. Lutte contre les interconnexions	néant	néant	consultatif	programme actif
15. Code de montage sanitaire	néant	néant	consultatif	codifié
16. Service d'appui par les laboratoires	néant	néant	milieux et réactifs doivent être disponibles	évaluation des lab. des grandes stations
17. Matériels et additifs	néant	néant	consultatif	liste approuvée
18. Réglementation des approvisionnements en eau spéciaux	hôpitaux, gares et aéroports principaux	écoles comme pour le niveau I + postes militaires	comme pour le niveau II + principaux projets de logements	comme pour le niveau III + autres secteurs très peuplés
Approvisionnement momentané	néant	grands camps	foires, marchés	comme ci-dessus
Camions-citernes	grandes villes	toutes les villes	secteurs urbains	tous les secteurs urbains, quelques secteurs ruraux
Eau en bouteilles	néant	néant	grands embouteilleurs commerciaux	tous les embouteilleurs commerciaux
Glace	néant	néant	gros fabricants commerciaux	tous les fabricants commerciaux

les niveaux de développement économique et d'approvisionnement en eau des collectivités. La pauvreté des ressources dans ces pays suggère la nécessité d'échelonner le développement des programmes de surveillance par stades ou «niveaux» successifs. Un pays qui dispose d'un ingénieur sanitaire pour cinq millions d'habitants ne serait guère réaliste s'il adoptait un programme de surveillance calqué sur celui d'un pays

industrialisé. L'inaptitude prévisible de tels programmes à atteindre les normes qui leur ont été fixées engendre l'apathie, voire le cynisme.

Une façon plus réaliste, plus pragmatique, d'aborder la question est de dresser un programme de surveillance adapté à la situation momentanée locale et aux ressources économiques du pays, de mettre en œuvre et de bien asseoir ce programme, puis de progresser ensuite par stades jusqu'au niveau de surveillance finalement souhaité.

Le tableau 2 indique cinq niveaux ou stades de programme de surveillance depuis le niveau I, stade proposé pour les pays qui n'ont actuellement aucun programme de surveillance formulé, jusqu'au programme complet de niveau V, analogue à ceux qui sont appliqués dans les pays qui ont pratiquement éliminé les maladies à transport hydrique imputables aux approvisionnements publics en eau.

Le tableau 3 résume les activités correspondant à chaque niveau de surveillance (à l'exclusion du niveau V). Il est évident qu'il ne peut pas couvrir toutes les situations, mais le principe doit être clair : déterminer le niveau de surveillance actuel, formuler le programme de surveillance, atteindre le niveau d'efficacité spécifié, puis passer au niveau suivant. Le processus sera répété jusqu'à l'arrivée au but ultime.

Il faut adopter et mettre en œuvre dès le début le niveau de surveillance le plus élevé que permettent les fonds, la main-d'œuvre et les ressources matérielles disponibles.

Dans les sections de cette monographie traitant des activités de surveillance, le niveau d'efficacité correspondant à chaque activité est esquissé plus en détail.

2. *Organisation*

L'organisme de surveillance

Cet organisme doit assurer les services professionnels correspondant à ses responsabilités : faire en sorte que la santé de la population soit protégée. La plupart des pays en voie de développement ont des approvisionnements publics en eau très insuffisants et manquent de programmes adéquats pour la surveillance de l'eau de boisson (*7*). Dans la majorité des cas, une expansion considérable s'impose pour répondre aux besoins en personnel compétent, services de laboratoire et autres ressources nécessaires à la mise en œuvre d'un programme de surveillance efficace. Dans le présent chapitre sont examinés l'établissement, l'exploitation et la gestion des organismes de surveillance, mais la discussion est limitée aux aspects de ces questions qui sont directement apparentés aux fonctions qu'implique une bonne surveillance de la qualité de l'eau de boisson. Le lecteur pourra trouver dans d'autres publications de l'OMS (*4, 5, 11, 12*) des renseignements généraux sur l'administration sanitaire de l'environnement.

Doubles responsabilités des services des eaux et des autorités sanitaires

Les organismes de surveillance et les services des eaux n'œuvrent pas compétitivement; ils sont plutôt complémentaires les uns des autres. Une utilisation convenable des ressources disponibles par chaque organisme permet d'assurer un service public plus complet, usuellement à moindres frais.

On propose parfois de confier la production de l'eau et les fonctions de surveillance à un seul et même organisme; il existe des exemples d'une telle conjugaison, surtout en zone rurale. Mais la longue expérience acquise dans de nombreux pays montre que les faiblesses humaines restreignent souvent l'efficacité de tels arrangements. La conscience

que toutes les activités, (qu'il s'agisse d'enquête sanitaire ou de vérification des comptes par exemple), sont sujettes à un examen extérieur, décourage la tendance à l'auto-satisfaction, favorise l'amélioration du rendement et contribue à mieux faire saisir la nécessité de la surveillance. Les normes d'exploitation de certains organismes d'approvisionnement en eau urbains importants, complexes et bien gérés, dotés de leur propre personnel qualifié et de leurs propres services de laboratoire, peuvent être telles que les charges de surveillance des autorités sanitaires soient réductibles à leur minimum. Dans ce cas, l'organisme de surveillance, tout en restant totalement responsable de l'innocuité de tous les approvisionnements publics en eau, peut accorder un surcroît d'attention aux réseaux d'approvisionnement dotés d'une surveillance interne médiocre. Par exemple, dans les petits réseaux éloignés, exploités localement, et qui ne peuvent disposer du personnel de gestion ou technique nécessaire, la surveillance exercée par l'organisme central risque de constituer le seul contrôle de la qualité de l'eau. Même dans les zones sans approvisionnement public en eau, l'organisme de surveillance est parfois en mesure de réduire les plus gros dangers d'épidémies véhiculées par l'eau en fournissant des conseils et une assistance technique.

De toute façon, organismes producteurs et de surveillance doivent, les uns et les autres, exercer les activités de surveillance essentielles. Pour revenir à l'analogie ci-dessus, le vérificateur aux comptes des stations d'eau n'enregistre pas chaque débit ou crédit au moment où il survient, et l'organisme de surveillance n'analyse pas tous les échantillons. Son rôle est plutôt de supervision et de contrôle, par sondage, du fonctionnement des services des eaux.

Certaines caractéristiques de la surveillance conduisent à l'opportunité, sinon à la nécessité, d'assigner des responsabilités de surveillance à un organisme distinct, généralement le ministère de la santé.

1. La surveillance de la qualité de l'eau de boisson est essentiellement une mesure sanitaire dont le but principal est de protéger la population contre les maladies à transport hydrique. Les autorités sanitaires sont mieux placées que quiconque pour assurer cette surveillance.

2. En tant que mesure sanitaire, la surveillance doit être intégrée à d'autres mesures sanitaires touchant l'environnement, notamment à l'assainissement.

3. La surveillance est une question de spécialiste; elle exige des connaissances particulières et les services d'un personnel compétent en matière de santé, notamment d'ingénieurs sanitaires, de techniciens de l'assainissement, d'épidémiologistes, de chimistes, de biologistes, etc., et l'appui de la profession médicale, surtout pendant les épidémies de maladies intestinales comme le choléra. Rares sont les réseaux qui peuvent se permettre d'avoir leurs propres cadres à plein temps de ce genre de personnel.

4. La surveillance est à son maximum d'efficacité lorsqu'elle bénéficie de l'appui d'une population éclairée, grâce à l'introduction du principe même de cette surveillance dans l'éducation sanitaire et dans les autres programmes touchant la santé publique.

5. La centralisation de certaines activités de surveillance telles que celles des laboratoires et des programmes de formation professionnelle, éventuellement déjà en existence dans les ministères de la santé, permet parfois des économies considérables.

6. La nécessité de faire périodiquement rapport sur ceux des aspects des approvisionnements en eau qui, dans le pays, touchent la santé publique, est vitale.

Organisation administrative

On ne peut, ni ne doit, appliquer universellement un type déterminé de schéma d'organisation. Il existe toute une variété d'arrangements administratifs qui resteront probablement en usage car les structures politiques, les schémas démographiques, le développement économique, le niveau des services d'approvisionnement en eau, les systèmes juridiques et les pratiques gouvernementales varient de pays en pays. Le vrai critère est l'efficacité de la surveillance exercée par l'organisme qui en est chargé. Par corollaire, si la surveillance n'est pas assurée, la faute en est-elle imputable à la structure de l'organisme ou à autre chose? Une direction efficace, des ressources adéquates et une délégation officielle d'autorité et de responsabilité importent plus que cette structure.

Pour inaugurer ou intensifier un programme de surveillance, il ne faut pas attendre la mise au point d'une structure d'organisme idéale. On fait bien trop souvent face à des situations nouvelles par une réorganisation qui peut susciter une illusion de progrès alors qu'elle n'engendre que confusion et manque d'efficacité.

Dans les petits pays, et dans les très grands pays à administration fortement centralisée et faibles effectifs de personnel professionellement qualifié, ou potentiellement compétent, les programmes nationaux peuvent ne pas manquer de mérites particuliers. Lorsque l'organisme de surveillance relève d'un ministère, par exemple de celui de la santé, il peut être souhaitable d'organiser des sous-unités sur une base locale, régionale, provinciale ou départementale, parallèlement à celles du ministère. Dans certains pays, par exemple, des techniciens de l'assainissement affectés à la surveillance de la qualité de l'eau de boisson en zone rurale ont œuvré avec efficacité avec pour base une division sanitaire régionale.

Niveaux de surveillance

Les nombreuses différences constatées à ce sujet entre les différents pays ont été mentionnées ci-dessus. De même, il existe de grands écarts entre les niveaux ou échelons des programmes de surveillance qui pourront être établis et maintenus au cours des quelques prochaines années dans les divers pays.

Une enquête multinationale récente sur des programmes de surveillance nationaux a révélé une faiblesse commune : on n'a pas adopté des programmes officiels, réalistes, avec des buts et objectifs précisés, quantifiables, accessibles compte tenu des conditions locales. La présente monographie préconise les étapes suivantes pour établir les niveaux de surveillance voulus :

1. Revoir formellement le programme de surveillance existant, ses ressources, l'autorité dont il relève, son fonctionnement, ses objectifs et critères, et en résumer l'état d'avancement.
2. Examiner les besoins du pays en matière de surveillance de la qualité de l'eau, en inventoriant le nombre des réseaux d'approvisionnement et leur distribution, par taille, en notant le niveau de surveillance actuellement assuré par les exploitants ainsi que la prévalence des maladies à transport hydrique.
3. Après avoir déterminé le niveau actuel de surveillance en examinant l'échelon I par rapport aux tableaux 2 et 3 (la correspondance exacte est improbable; c'est le principe du développement échelonné qui importe), choisir comme prochain objectif intermédiaire le niveau de surveillance immédiatement supérieur.
4. Comparer le niveau III au niveau II; esquisser un programme formel et estimer le budget, la main-d'œuvre et le temps nécessaires à l'établissement du nouveau niveau de surveillance. Il peut être nécessaire de trouver un équilibre entre le temps requis pour établir le niveau de surveillance supérieur et les ressources disponibles, c'est-à-dire que si le budget ou les ressources disponibles, c'est-à-dire que si le budget ou les ressources en main-d'œuvre sont insuffisants pour que l'objectif soit atteint à la date fixée, il conviendra de prévoir un supplément de fonds ou de prolonger le délai.
5. Adopter le nouveau programme, établir des objectifs formels et rendre compte annuellement des progrès. Voici quelques exemples d'objectifs formels :
   a) appliquer les normes internationales pour l'eau de boisson (*10*) à tous les réseaux publics d'approvisionnement en eau desservant une population de 50 000 âmes, par exemple en une période de, disons, dix ans;
   b) effectuer des enquêtes sanitaires périodiques sur toutes les nou-

velles sources d'eau desservant une population de 500 âmes ou plus pour une date limite spécifiée;

c) assurer pendant une semaine ou plus chaque année la formation professionnelle d'un effectif important de personnel du service des eaux à temps complet.

Le coût de ces objectifs et les progrès réalisés sont quantitativement mesurables en fonction des buts atteints.

6. Quand un niveau de surveillance supérieur a été atteint, répéter le processus et passer au niveau supérieur suivant.

En matière de surveillance, les tableaux 2 et 3 accordent la priorité aux zones urbaines sur les zones rurales. C'est une attitude réaliste parce que c'est le schéma usuel et aussi parce que, pour obtenir l'efficacité maximale des dépenses (c'est-à-dire le meilleur profit par unité de ressources investies) les priorités de surveillance doivent maximiser le bénéfice prévu, qui est proportionnel au produit de la population exposée par la réduction de probabilité du risque couru. Ainsi, les cas favorisés sont ceux des fortes populations desservies par des activités de surveillance à haut potentiel de réduction du risque, par exemple de fortes populations utilisant des sources d'eau brute approuvées.

Point de la situation actuelle

L'importance des réserves d'approvisionnement en eau est extrêmement variable. La gamme va des petites installations familiales aux réseaux qui desservent des millions d'usagers. Même dans les pays les plus riches, les limites de la main-d'œuvre et des ressources financières s'opposent à ce que la surveillance soit complète, et les organismes compétents accordent plus d'attention aux grands réseaux qu'aux petits, car: 1) le risque d'épidémies à transport hydrique augmente avec la taille du réseau; 2) un même budget de surveillance permet de protéger d'autant plus de personnes que le réseau est plus grand (c'est-à-dire que le coût unitaire de la surveillance est moindre pour un grand réseau que pour un petit); 3) les grands réseaux, plus que les petits, puisent souvent leur eau à des sources brutes de qualité médiocre (par exemple à des rivières plutôt qu'à des puits forés); 4) dans les zones fortement peuplées les risques de contamination sont plus élevés que dans les secteurs ruraux; 5) les grands réseaux disposent d'installations de laboratoire et d'une main-d'œuvre compétente; 6) plus que les secteurs ruraux, les zones urbaines jouissent d'un appui administratif particulièrement fort et efficace; 7) il est de tradition d'accorder ce surcroît d'attention aux grands réseaux.

Quant au choix des réseaux à inclure dans un programme de surveillance de routine, la pratique adoptée par un organisme de santé

national peut servir d'illustration. Cet organisme, dans un État d'environ 5,5 millions d'habitants, a défini le réseau d'approvisionnement public en eau comme étant «tout système public ou privé, fournissant l'eau de boisson, destiné à 25 personnes au moins». En plusieurs années cet organisme a identifié et recensé environ 3000 de ces réseaux, qu'il inspecte tous périodiquement. Il envisage maintenant de redéfinir le réseau d'approvisionnement public en eau comme «un réseau qui dessert 10 consommateurs ou plus»; il augmente son personnel et ses laboratoires en vue de superviser 1000 réseaux supplémentaires.

Il convient de noter non pas le nombre de consommateurs spécifié dans la définition (10, 25, 100 ou 1000) mais bien, plutôt, le choix d'un nombre provisoire réaliste, et l'ascension échelonnée, en fonction du développement des effectifs de personnel et de la capacité des laboratoires, vers une définition plus serrée du réseau d'approvisionnement public en eau. Pour prendre ces décisions, il est indispensable de disposer d'un recensement ou liste des réseaux d'approvisionnement. Le nombre et la distribution par taille des plus petits réseaux doivent généralement être des estimations. C'est seulement à mesure que seront disponibles des ressources en personnel, pour la recherche des petits réseaux sur le terrain, que beaucoup d'entre eux seront identifiés.

Ce n'est nullement parce qu'il serait plus petit que celui qui a été défini par l'organisme de surveillance, qu'un réseau d'approvisionnement en eau pourrait ou devrait être négligé; mais les efforts seront axés différemment, une plus grande attention étant accordée, par exemple, à l'éducation sanitaire et à la démonstration collective qu'aux analyses courantes de laboratoire. Dans des circonstances spéciales, en cas d'épidémie de choléra par exemple, toute la gamme des activités de surveillance — enquêtes sanitaires, échantillonnage, analyses de laboratoire, etc. — doit être étendue même aux plus petits approvisionnements. Mais généralement, quand les ressources sont limitées, il faut se préoccuper surtout de surveiller les plus grands réseaux.

Outre les réseaux desservant en eau les populations résidentes, ceux des restaurants, des hôtels, des parcs, des ports de mer, des aéroports, des gares, des foires,[a] des centres de pèlerinage, des festivals, des camps militaires et autres concentrations de populations transitoires, doivent faire l'objet d'une attention particulière en raison de leur rôle potentiel dans la transmission des maladies.

En recensant les réseaux d'eau, on peut rassembler d'autres informations extrêmement utiles à peu de frais : données sur les exploitants, les laboratoires, les extensions projetées, la consommation d'eau (quand il existe des dossiers), les sources d'eau, etc. On trouve des directives pour le rassemblement des données dans le rapport d'un groupe scientifique

[a] En Inde on a déjà vu des foires attirer en un seul jour jusqu'à 3 millions de personnes.

de l'OMS : « Approvisionnements publics en eau. Méthodes de collecte et de présentation des données » (*13*).

Estimation de la main-d'œuvre et des prévisions budgétaires nécessaires aux programmes de surveillance

Cette section présente quelques directives concernant la préparation des estimations de la main-d'œuvre et du budget pour les programmes de surveillance amplifiés, par des organismes centralisés tels que les ministères ou les services de santé nationaux, provinciaux ou départementaux. Il est généralement indispensable de répéter le processus plusieurs fois afin d'adapter le programme aux limites des ressources et à la disponibilité des données. On peut faire des ajustements en limitant la surveillance complète aux réseaux d'une certaine taille minimale (cf. section précédente), en redéfinissant l'étendue de la surveillance (la fréquence des enquêtes sanitaires, par exemple) et en revoyant les priorités. Pour plus de raffinement, on peut séparer les réseaux selon leur source d'alimentation — eau souterraine ou de surface — et les grouper par taille.

Les données nécessaires sont : un inventaire des réseaux sous surveillance; des estimations des durées de travail requises (exprimées en hommes-jours ou hommes-heures) pour les enquêtes sanitaires et les analyses bactériologiques et chimiques; les taux de rémunération des diverses catégories de personnel; les frais généraux. Il faut aussi définir les politiques et modalités en matière de surveillance — c'est-à-dire fréquence des enquêtes, échantillonnage, paramètres à analyser, etc. Dans certains réseaux les estimations initiales sont parfois très rudimentaires, mais le processus, s'il est renouvelé annuellement, identifie aussi les données et dossiers nécessaires, si bien que les estimations s'améliorent avec le temps.

La première étape, c'est l'inventaire des réseaux d'eau par taille. En suivant la procédure esquissée ci-dessus, on identifie les réseaux à recenser — par exemple ceux qui desservent plus de 1000 habitants. S'il n'est pas possible de répondre à la totalité des besoins budgétaires, on peut surveiller régulièrement les réseaux desservant plus de 5000 habitants, par exemple, et ne s'occuper des autres que lorsque la nécessité s'en impose. Au cours des ans, à mesure que les ressources s'accroissent, la population minimale desservie peut éventuellement être réduite et la surveillance étendue à des réseaux plus petits.

Les besoins moyens en hommes-jours pour les enquêtes sanitaires et l'assistance technique connexe, y compris les examens des plans, les réunions avec les organes directeurs, la rédaction des rapports, la formation professionnelle en service, etc., ne peuvent être évalués qu'à partir des

dossiers de l'organisme de surveillance. Il faut aussi connaître les dépenses salariales, les « pertes et profits », les frais de déplacement, de secrétariat, etc.

Procédures écrites

Beaucoup d'organismes de surveillance trouvent utiles des indications sur leur propre organisation, leurs objectifs, leurs politiques et procédures. Bien que les activités de surveillance demandent plutôt du jugement qu'une uniformité inconditionnelle, nombre d'entre elles profitent d'une certaine uniformité des systèmes : collecte des données, analyses de laboratoire, tenue des dossiers. Le manuel d'exploitation esquissé au chapitre 8 constitue un exemple d'une telle procédure écrite.

Budget autonome

L'indépendance d'action est directement liée à l'indépendance financière. Une indépendance budgétaire relative est une caractéristique commune à tous les organismes de surveillance efficaces. Il arrive que ces organismes soient dans l'obligation de prendre certaines mesures impopulaires mais, quand tout va bien, la population est généralement inconsciente de leurs activités. Cependant l'efficacité de la surveillance est parfois considérée (à tort) comme un indice d'une possibilité de réduction de cette surveillance (et comme une justification d'une amputation du budget).

Services d'appui

La disponibilité de services d'appui (transports et télécommunications, par exemple) est indispensable à la qualité de la surveillance. La nature de cette activité demande souvent une intervention immédiate. Un service de secrétariat adéquat est nécessaire pour la tenue des dossiers.

3. *Lois, règlements et normes*

Autorité législative

Une législation, des règlements et des politiques convenables sont essentiels au développement de programmes de surveillance efficaces de l'eau de boisson. Législation, statuts ou codes de base doivent spécifier :

1) l'étendue de l'autorité, y compris l'autorité sur toutes les eaux de boisson dans la zone qui relève de l'organisme de surveillance;

2) le ou les organismes habilités à faire observer la loi;

3) le droit de l'organisme à établir, amender et mettre en vigueur les règlements et arrêtés relatifs au développement, à la production, la distribution et la protection d'une eau de boisson salubre.

Il est surprenant qu'une telle législation de base fasse défaut dans beaucoup de pays (*7*), et que nombre de législations existantes soient sérieusement désuètes. Toutefois, *il ne faut pas attendre,* pour mettre au point un programme de surveillance, la promulgation d'une législation, qui peut prendre plusieurs années. On peut œuvrer très utilement aux termes de la législation relative à la santé et au bien-être social, et avec une coopération bénévole.

Dispositions touchant le respect des règlements

Le ou les statuts doivent prévoir le respect de tous règlements, règles, lois et politiques ainsi que des sanctions en cas d'infraction. Bien qu'en théorie l'autorité de surveillance doive être capable de parvenir à ses objectifs en donnant des conseils et en faisant appel à la coopération plutôt qu'en recourant à la rigueur des lois, il sera presque certainement nécessaire, dans l'intérêt général, d'appliquer occasionnellement les sanctions prévues, soit à un particulier, soit à une organisation. L'usage de ce pouvoir doit certes être restreint à l'extrême, mais doit rester immédiatement possible en période d'urgence.

Incitations financières

Pour améliorer la qualité de l'eau de boisson, il peut être plus efficace de prévoir des incitations financières telles que des subventions gouvernementales ou des allocations aux services des eaux que de prendre des sanctions contre l'organisation chargée de l'approvisionnement. Si l'organisme de surveillance n'est pas autorisé à approuver des subventions, il doit aviser l'administration compétente.

Normes pour l'eau de boisson

L'organisme de surveillance doit être habilité à faire observer les normes de qualité pour l'eau de boisson adoptées à l'échelon national, généralement par le ministère de la santé. Quand il s'agit de déterminer si une eau est salubre, un jugement sain et une considérable expérience d'ordre scientifique et médical sont nécessaires, qui dépassent la capacité de la plupart des exploitants des stations de traitement de l'eau. Les *Normes internationales pour l'eau de boisson* (*10*) ont été largement adoptées (*7*). Certains pays ont adopté en totalité ou en partie des normes internationales ou nationales. D'autres les ont modifiées et ont établi leurs propres normes. L'évaluation de la source et la spécification des méthodes d'analyse en laboratoire font partie intégrante des normes pour l'eau de boisson.

Codes relatifs à la distribution et aux conduites d'eau

Des pratiques d'installation incorrectes et l'emploi d'appareils défectueux ont souvent entraîné des poussées de maladies à transport hydrique. L'organisme de surveillance devrait travailler en étroite collaboration avec les organisations nationales de normalisation, le ministère de la santé, les fabricants, les associations professionnelles, les services des eaux, les établissements de formation professionnelle et autres organismes en vue de promouvoir la sécurité des installations sanitaires.

Autres normes

Dans les pays dépourvus d'organisation nationale de normalisation, il appartient aux organismes de surveillance de promouvoir des normes pour l'équipment, les matériaux et les pratiques concernant les installations de distribution d'eau. Ces normes peuvent avoir trait directement à la santé (en interdisant par exemple l'emploi de tuyaux de plomb dans

les réseaux de distribution et de stockage) ou indirectement (en normalisant les pompes à main, par exemple, pour simplifier la maintenance et les réparations, favorisant ainsi la fiabilité du service).

Pouvoirs spécifiques

Certaines des activités de surveillance peuvent être expressément autorisées ou confiées à d'autres organismes :

1) approbation de nouvelles sources d'eau et méthodes de traitement;
2) enquêtes, échantillonnage et analyses en laboratoire;
3) protection des bassins versants et des réservoirs ou retenues d'eau;
4) désinfection;
5) formation professionnelle des exploitants et délivrance des certificats;
6) codes de construction des puits et captages; installation des pompes;
7) organisation de services de laboratoire centraux;
8) prévention et suppression des interconnexions et du siphonnage en retour;
9) approbation des plans de construction, lorsqu'il y a lieu;
10) surveillance des approvisionnements d'eau en propriété privée;
11) approbation des approvisionnements des bateaux-citernes;
12) surveillance des usines d'embouteillage de l'eau;
13) surveillance de la fabrication de la glace;
14) droits d'insepction et d'entrée;
15) avis et consultations techniques;
16) promotion de normes pour l'équipement des services des eaux et pour les produits chimiques.

Celles de ces activités qui seront exercées dépendront du niveau de surveillance souhaité.

4. *Personnel*

Introduction

Les disciplines professionnelles les plus directement en cause dans la surveillance de la qualité de l'eau de boisson sont le génie civil, la science sanitaire et la pratique du laboratoire. Les effectifs de personnel seront proportionnels à la zone de juridiction et au niveau de surveillance souhaité.

La surveillance faisant partie intégrante de l'exploitation des services des eaux, le personnel de ces services, tout comme celui de l'organisme de surveillance interviendra dans la surveillance. Beaucoup des membres du personnel des deux organismes, le personnel de laboratoire, par exemple, auront des fonctions analogues et devront avoir des titres analogues.

Dans les pays en voie de développement, les organismes de production et de surveillance de l'eau ont souvent des ressources insuffisantes, notamment en matière de fonds, de main-d'œuvre compétente, de matériaux, de transport, de services de laboratoire et d'appui par la population. Il est donc extrêmement important de prendre soigneusement en considération les fonctions, les titres et la formation du personnel. Quant aux besoins en effectifs, ils doivent être déterminés par les circonstances.

Personnel de l'organisme de surveillance

Cet organisme doit estimer ses besoins en personnel conformément aux méthodes exposées au chapitre 2. Ils doivent être résumés en termes de postes à pourvoir, d'effectifs requis et de titres nécessaires, de fonctions à assurer et de formation en service requise. L'exemple de résumé donné au tableau 4 est basé sur l'expérience acquise par un service des eaux d'Afrique Occidentale desservant quelque 5 millions d'âmes peuplant un territoire d'environ 780 000 km^2.

Tableau 4. Personnel de l'organisation de surveillance; modèle de résumé[a]

Intitulé du poste et (nb de postes)	Qualifications	Fonctions	Formation
Surveillant sanitaire principal (1)	*a)* certificat de fin d'études *b)* diplôme reconnu d'inspecteur de la santé publique *c)* diplôme en assainissement de l'environnement *d)* formation outre-mer ingéniérie de santé publique *e)* minimum: 15 ans d'expérience	*a)* direction du programme de surveillance *b)* coordination des activités de surveillance *c)* responsabilité de la formaton du personnel	cours spécifiés p.ex. contrôle et assainissement de l'environnement
Surveillant sanitaire (SHS) (8)	cf. ci-dessus, minimum 12 ans d'expérience	*a)* responsabilité de la surbeillance dans son district *b)* enquêtes sanitaires régulières	cours spécifiés p.ex. contrôle et assainissement de l'environnement
Surveillant sanitaire expérimenté (7)	cf. ci-dessus, mais 9 ans d'expérience	aide au SHS	cf. ci-dessus
Surveillant sanitaire (HS) (10)	6 ans d'expérience comme inspecteur de santé publique	responsabilité de la surveillance dans sa division	cf. ci-dessus
Surveillant sanitaire assistant (AHS) (18)	3 ans d'expérience comme inspecteur de santé publique	cf. ci-dessus	cf. ci-dessus
Inspecteur de la santé publique (223)	(*a*) certificat de fin d'études (*b*) diplôme reconnu d'inspecteur de santé publique	échantillonnage pour les examens bactériologiques et le dosage de Cl^- résiduel	3 ans d'expérience dans une école d'hygiène et obtention d'un diplôme d'inspecteur de la santé publique

[a] Ce tableau n'a pas d'autre objet que de servir d'exemple : il ne constitue pas nécessairement une liste recommandée. Pour établir les listes réelles, il faut tenir compte des conditions et ressources locales, et des niveaux de surveillance souhaités.

Tableau 4 *(suite)*

Intitulé du poste et (nb de postes)	Qualifications	Fonctions	Formation
Personnel de laboratoire:			
Chimiste (1)	diplôme universitaire de chimie (microbiologie obligatoire)	analyse de ce Cl^- et direction du lab. et supervision de toutes les analyses bactériologiques et chimiques de l'eau	cours spéciaux, p.ex. analyse membranes filtrantes
Technicien de laboratoire (2)	certificat de fin d'études et 2 ans de formation en microbiologie	assistance du chimiste	cours conjoints accélérés avec le personnel de lab. d'une station

Le directeur du programme de surveillance

Il est hautement souhaitable que le programme soit dirigé par un ingénieur sanitaire ou un scientifique expérimenté possédant des qualifications d'administrateur et compétent en matière d'exploitation d'un service des eaux et de protection sanitaire de l'environnement. Son statut professionnel doit être élevé et il doit être respecté de la collectivité locale.

Les techniciens de l'assainissement

Le programme de surveillance dépend essentiellement du corps des techniciens de l'assainissement ou des inspecteurs de la santé publique et de leurs assistants. Bien qu'il soit souhaitable que ce personnel ait reçu une formation classique dans un établissement spécialisé, cette instruction n'est nullement indispensable. Des programmes de surveillance ont été mis sur pied avec succès, surtout dans des petites collectivités, par un personnel dont l'instruction était restreinte (formation en service et cours accélérés) travaillant sous une étroite surveillance compétente et ayant reçu des directives claires et complètes.

Personnel d'un service des eaux

Bien qu'ils ne soient pas employés par l'organisme de surveillance, les membres de ce personnel jouent un rôle-clé dans le maintien de la qualité de l'eau de boisson. L'organisme de surveillance doit donc promouvoir fermement une formation professionnelle convenable pour ce personnel.

Le directeur technique

Le directeur de l'exploitation technique d'un grand réseau d'approvisionnement en eau d'une zone métropolitaine ou régionale doit avoir reçu une bonne formation d'ingénieur ou de scientifique et avoir acquis l'expérience de l'exploitation d'une station de traitement de l'eau et d'alimentation d'un réseau de distribution.

Les exploitants des stations

Les exploitants doivent être de bons administrateurs et être familiarisés avec les principes de l'hydraulique et leur application à l'exploitation d'un service des eaux. Ils doivent connaître et savoir déceler les dangers que comporte pour la santé publique la production, le traitement et la distribution de l'eau; être au courant des pratiques de sécurité des services des eaux; être capables d'effectuer ou de superviser des examens physiques, chimiques et bactériologiques de l'eau et d'en interpréter les résultats de manière à assurer le bon fonctionnement de la station. En outre, ils doivent connaître à fond les normes nationales relatives à l'eau de boisson et être capables de gérer l'équipement et le personnel de manière à veiller continuellement à l'application de ces normes.

Autre personnel

Toute station de distribution d'eau doit disposer également d'effectifs suffisants en assistants d'exploitation, laborantins et personnel de maintenance. Ils doivent être assez importants pour pouvoir parer à toutes les circonstances prévisibles, y compris les vacances, maladies et cas d'urgence.

Par manque de main-d'œuvre et d'autres ressources, il se révèle difficile, dans certains pays en voie de développement, de recruter du per-

sonnel qualifié et expérimenté pour assurer l'exploitation des services des eaux. Or l'expérience a montré que du personnel subalterne formé et responsable (surintendants des services) convenablement encadré par des exploitants qualifiés et d'autres personnes compétentes, dont beaucoup ont été formées en service, peuvent raisonnablement faire marcher un service des eaux desservant des populations atteignant un demi-million d'habitants. Un arrangement se montre satisfaisant dans certains cas : créer, sous la direction d'un ingénieur compétent, des districts de distribution d'eau dont chacun est supervisé par un surintendant.

Cadres supérieurs des organisations de santé publique

Que l'organisme de surveillance soit autonome ou qu'il relève d'un ministère de la santé, la coopération, la coordination et l'appui de l'infrastructure sanitaire de la zone qui relève de l'organisme sont indispensables pour gagner la compréhension et l'appui, par la population, du programme de surveillance, et pour assurer son efficacité. En cas d'urgence et de crise auxquelles sont souvent confrontés les programmes d'approvisionnement en eau dans les pays en voie de développement, l'existence d'une liaison de travail solide avec les cadres supérieurs des services de santé est importante, surtout dans les régions rurales où il peut y avoir chevauchement entre la surveillance des eaux et les activités de santé publique.

Examen médical du personnel d'exploitation

Aucune personne que l'on croit atteinte d'une maladie à transport hydrique, ou susceptible d'être porteuse d'une telle maladie, ne doit être autorisée à entrer en contact avec l'eau de boisson à quelque stade que ce soit du traitement ou de la distribution, ni avec aucune surface qui pourrait transmettre la contamination à l'approvisionnement d'eau. L'examen médical de tous les employés des services des eaux est particulièrement important quand une épidémie éclate ou menace de survenir. Quiconque souffre de diarrhée ou de plaies ouvertes et pourrait contaminer l'eau au cours de ses fonctions doit être renvoyé chez lui ou affecté à d'autres tâches jusqu'à complète guérison. Ces considérations sont valables non seulement pour le personnel régulier, mais aussi pour la main-d'œuvre employée au nettoyage de réservoirs ou de parois, à la manipulation de tuyauteries ou d'autre matériaux, à l'exécution de réparations, etc. Une étroite liaison entre la direction du service des eaux et les autorités médicales est indispensable lorsque des travaux sont effec-

tués par un entrepreneur étranger au service ou par une main-d'œuvre extérieure.

En raison de la nature aiguë du choléra, les épreuves hématologiques et les examens bactériologiques des selles à la recherche de *Vibrio cholerae* ne sont guère d'usage pratique pour la détection du personnel infecté. Aussi est-il indispensable d'exclure quiconque souffre de diarrhée ou présente d'autres symptômes susceptibles de révéler l'infection. Les parents des malades et autres personnes qui sont en contact étroit avec des cholériques doivent toujours, elles aussi, être tenues à l'écart des installations hydriques.

L'annexe 2 expose les épreuves de détection des porteurs de germes des fièvres typhoïde et paratyphoïde.

Programme de formation professionnelle

La distribution et la surveillance efficace des approvisionnements en eau de boisson demandent un personnel compétent. Aussi l'organisme de surveillance doit-il appuyer l'organisation d'un enseignement approprié dans les universités locales et autres établissements techniques. Lorsque cet enseignement n'est pas dispensé localement, le personnel supérieur doit profiter des programmes d'enseignement d'autres pays, en particulier au niveau post-universitaire. Le personnel intermédiaire peut avantageusement être détaché pendant de brèves périodes auprès d'un service des eaux du pays ou à l'étranger. Toutefois, seuls quelques membres du personnel pourront participer à de tels programmes. En raison de la nécessité de former un personnel plus nombreux, surtout de membres jeunes, à l'échelon local, avec l'équipement existant, et d'enseigner dans la langue du pays, il s'impose qu'à défaut d'organisation locale appropriée d'enseignement formel ou technique, ce soit l'organisme de surveillance qui assure la tâche. L'économie que permet parfois le recrutement d'un instructeur qualifié pour enseigner sur place au lieu d'obliger les étudiants à parcourir de grandes distances pour suivre les cours mérite d'être envisagée.

L'enseignement est coûteux; il ne faut pas le gaspiller en omettant de prévoir des incitations financières adéquates pour retenir le personnel qualifié ou en affectant du personnel qualifié à des tâches étrangères à sa formation.

Les exigences parallèles de la formation du personnel des services des eaux et des organismes de surveillance montrent l'utilité de programmes de formation organisés conjointement, mettant à profit les installations, services et personnel de laboratoire les meilleurs, ainsi que les autres ressources des deux types d'organismes.

Cours de formation professionnelle

L'annexe 3 donne des détails sur les cours de préparation aux enquêtes sanitaires, à l'échantillonnage et aux épreuves bactériologiques par la méthode de la membrane filtrante, à la prévention des interconnexions, ainsi qu'à l'exploitation des stations de traitement. Elle comporte un exemple des matières inscrites au programme de chaque cours, avec l'emploi du temps proposé et la durée du cours, des démonstrations, des séances de laboratoire, des excursions sur le terrain, et des références pour chaque séance.

5. *Enquêtes sanitaires*

Introduction

L'enquête sanitaire c'est une inspection et une évaluation, sur place, par une personne qualifiée, de toutes les conditions, installations et pratiques du réseau d'approvisionnement en eau, qui créent ou risquent d'engendrer un danger pour la santé et le bien-être du consommateur. Les enquêtes sanitaires peuvent porter sur la totalité du réseau ou être confinées à la source, au traitement ou à la distribution, selon leur objectif — comme il est indiqué dans le présent chapitre.

En fonction des ressources disponibles, l'enquête sanitaire peut ou non comprendre l'échantillonnage et l'analyse en laboratoire, qui sont utiles mais non indispensables. Par ailleurs, une enquête sanitaire s'impose pour permettre une interprétation valable des résultats de laboratoire. Mais une enquête bactériologique ou chimique, quels qu'aient été les soins dont elle a fait l'objet, ne conduit jamais à une connaissance parfaite des conditions à la source et dans le réseau de distribution, de la valeur du traitement auquel est soumise l'eau, ni des titres des exploitants et de la qualité de leur travail. Chaque échantillon est représentatif d'une condition instantanée, c'est-à-dire d'un point dans le temps; par conséquent, même quand on fait des prélèvements et des analyses fréquents, les rapports sont établis après que la contamination a eu lieu, surtout dans les réseaux dépourvus de réservoirs de stockage de longue durée. La contamination est souvent aléatoire et intermittente, si bien qu'elle échappe à la détection par un échantillonnage occasionnel. Par exemple, lors d'une forte poussée d'hépatite infectieuse (affection virale) à Delhi (Inde), les échantillons bactériologiques ont donné des résultats «satisfaisants» pendant toute la période épidémique (*14*).

Les enquêtes sanitaires sont des activités exploratrices qui doivent révéler toutes les défectuosités d'un réseau, c'est-à-dire non seulement les sources de contamination mais aussi les faiblesses qui, le cas échéant, pourraient empêcher d'enrayer une contamination. En outre, le rapport d'enquête doit conseiller les exploitants ou les administrateurs des ser-

vices d'approvisionnement en eau quant aux moyens de remédier aux défauts et d'améliorer la qualité de l'eau. A cet égard, beaucoup d'administrations de contrôle ont trouvé utile de solliciter la présence à l'enquête d'un représentant du service des eaux qui témoigne de l'exactitude des constatations en signant un reçu du rapport d'enquête.

Tout réseau d'approvisionnement en eau doit faire périodiquement l'objet d'une enquête menée par un organisme distinct, externe, de préférence à la fois compétent au matière de technologie des approvisionnements en eau et averti de leurs rapports avec la santé et la transmission de maladies. Bien qu'il soit peu réaliste, dans la plupart des cas, d'espérer que l'organisme de surveillance consacrera annuellement plus d'un ou deux jours à une enquête donnée, c'est là un programme qu'il est difficile de juger adéquat. Aussi des enquêtes sanitaires doivent-elles être entreprises périodiquement tant par le personnel du service des eaux que par l'organisme de surveillance.

Nombreux sont les dangers que peut déceler une enquête sanitaire portant sur la source et sur les installations et services de traitement et de distribution de l'eau. La détection et la correction des défauts et insuffisances sont les objectifs principaux de l'enquête sanitaire.

Époque et fréquence des enquêtes

Les enquêtes sanitaires doivent être entreprises régulièrement et aussi dans certains conditions spéciales, mais l'extension de l'enquête et les qualifications de l'enquêteur sont en grande partie régies par l'importance de l'enquête en cause.

Sources nouvelles

La plus importante des enquêtes est celle qui est entreprise lors de la mise en exploitation de sources d'eau nouvelles. Elle doit être assez détaillée pour déterminer : 1) l'aptitude de la source; 2) le degré de traitement requis pour que l'eau brute puisse être considérée comme acceptable pour la consommation humaine. Quand on envisage d'autres sources d'eau, chacune d'elles doit être soumise à enquête. Au cours des enquêtes il faut pratiquer des analyses physiques, bactériologiques et chimiques visant à découvrir d'importants nouveaux approvisionnements en eau de surface. Les besoins d'analyse chimique et bactériologique des eaux de puits et de l'eau brute des sources destinées à alimenter les petits réseaux dépendront des ressources disponibles. Le principe directeur est qu'aucun approvisionnement public en eau ne doit être approuvé tant qu'une enquête sanitaire n'a pas été exécutée ou que

l'approvisionnement n'a pas été accepté par un organisme habilité à exercer la surveillance.

Risques de contamination

Une autre enquête importante, la plus urgente, est celle que l'on entreprend quand les analyses de laboratoire d'un échantillon provenant du réseau, ou que les doléances de consommateurs, indiquent une possibilité de contamination. L'enquête doit alors être entreprise immédiatement afin d'identifier l'origine de ladite contamination. L'attention doit porter en premier lieu sur les causes de contamination les plus communes (cf. annexe 4). Dans les réseaux où l'on recourt à la chloration, les taux de chlore résiduel doivent être contrôlés immédiatement et l'équipement ainsi que les dossiers de chloration examinés.

Épidémies

Une enquête sanitaire analogue à celle qu'on exécute en cas de risque de contamination doit être entreprise si et quand les faits épidémiologiques révèlent une poussée de maladie à transport hydrique à l'intérieur ou à proximité de la zone desservie par le réseau de distribution d'eau. Cette enquête doit être menée même si les dossiers de laboratoire indiquent que les échantillons d'eau analysés sont de qualité satisfaisante. La contamination des approvisionnements est souvent sporadique et peut échapper à la détection quand l'échantillonnage est intermittent. En temps d'épidémie, l'enquête sanitaire ne doit pas être limitée à l'approvisionnement public sous canalisation mais porter sur toutes les sources d'eau de la collectivité.

Interprétation des analyses de laboratoire

Une enquête sanitaire est nécessaire à l'interprétation des résultats des analyses bactériologiques, chimiques et physiques des échantillons d'eau provenant d'un réseau d'approvisionnement. Cette enquête est particulièrement utile quand : 1) on soupçonne une contamination (cf. ci-dessus); 2) surviennent d'importantes modifications par rapport à la normale, par exemple lorsque l'eau est très trouble à la suite d'inondations; 3) l'échantillonnage est peu fréquent.

L'enquête peut être complète ou partielle, selon la gravité des circonstances.

Modifications importantes

Une enquête sanitaire doit être faite chaque fois : *a*) que surviennent un changement ou un événement important qui pourraient affecter la qualité de l'eau, par exemple le début d'une saison de pluies, le démarrage de travaux de construction industielle dans un bassin versant, une poussée de typhoïde ou de choléra dans une zone ou un pays voisin; *b*) que les consommateurs formulent à l'encontre du service des eaux des griefs sérieux.

Enquêtes sanitaires régulières

La fréquence et l'époque des enquêtes sanitaires régulières dépendront de la taille du réseau d'approvisionnement en eau, de l'efficacité de sa maintenance, de sa sensibilité à la contamination et à l'interruption des services, du personnel et des ressources disponibles. Les exploitants des stations de traitement doivent mener régulièrement leurs propres enquêtes sanitaires; celles-ci doivent être notées dans le registre journalier de la station. L'organisme de surveillance doit lui aussi faire des enquêtes sanitaires régulières, en théorie au moins une fois par an. Les grands réseaux doivent être inspectés plus souvent en raison de l'importance de la population desservie, de la variabilité de la qualité de leurs sources d'eau et de la plus grande efficacité de la surveillance en fonction de la dépense. Les plus petits réseaux doivent aussi être inspectés, mais la fréquence des enquêtes doit être fondée sur l'expérience locale des possibilités de main-d'œuvre. Un pays rural qui ne dispose que d'un ingénieur sanitaire pour 5 millions d'habitants doit parfois renoncer temporairement à contrôler directement les réseaux d'approvisionnement en eau qui desservent une population dont l'effectif est inférieur à un nombre donné de consommateurs. Mais, même dans ce cas, la formation collective d'exploitants et d'auxiliaires à l'exécution des enquêtes sanitaires peut être utile.

Le tableau 5 présente des exemples de programmes d'enquête pour tous les niveaux de surveillance tels qu'ils ont été définis et décrits aux tableaux 2 et 3. La taille des réseaux d'eau (c'est-à-dire celle de la population desservie) n'est indiquée que qualitativement mais peut se définir quantitativement par le procédé préalablement esquissé. Les programmes d'enquête doivent, évidemment, être adaptés aux programmes d'approvisionnement en eau, aux ressources en main-d'œuvre et en fonds, aux conditions démographiques, aux réseaux de transport, à l'historique des épisodes de contamination et des interruptions de service ainsi qu'aux autres facteurs pertinents propres au pays ou à la région en cause. Les schémas proposés au tableau 5 sont considérés comme des objectifs

Tableau 5. Exemple de directives du programme d'enquêtes sanitaires régulières menées par les organismes de surveillance[a]

Niveau du programme de surveillance	Réseau soumis à l'enquête	Source						Traitement								Distribution et stockage	
		d'eau souterraine			d'eau superficielle			d'eau souterraine				d'eau superficielle					
		nouvelle	existante		nouvelle	existante		chlorée		non chlorée		chlorée		non chlorée			
		Enq. sanit.[b]	Enq. sanit.[b]	Fréq.[c]	Enq. sanit.[b]	Enq. sanit.[b]	Fréq.[c]	Enq. sanit.[b]	Fréq.[c]	Enq. sanit.[b]	Fréq.[c]	Enq. sanit.[b]	Fréq.[c]	Enq. sanit.[b]	Fréq.[c]	Enq. sanit.[b]	Fréq.[c]
I	Secteurs ruraux	non	non	—	non	non	—	non	—	non	—	non	—	non	—	non	—
	Villes	non	non	—	oui	non	—	non	—	non	—	non	—	non	—	non	—
	Grandes villes	oui	oui	3 ans	oui	oui	2 ans	oui	3 ans	oui	3 ans	oui	2 ans	oui	1 an	oui	3 ans
	Très grandes villes	oui	oui	2 ans	oui	oui	1 an	oui	2 ans	oui	2 ans	oui	1 an	oui	1 an	oui	1 an
II	Secteurs ruraux	non	non	—	non	non	—	non	—	non	—	non	—	non	—	non	—
	Villes	non	non	—	oui	oui	3 ans	non	—	non	—	oui	3 ans	oui	3 ans	non	—
	Grandes villes	oui	oui	3 ans	oui	oui	1 an	oui	3 ans	oui	3 ans	oui	2 ans	oui	2 ans	oui	2 ans
	Très grandes villes	oui	oui	2 ans	oui	oui	1 an	oui	2 ans	oui	2 ans	oui	1 an	oui	1 an	oui	1 an
III	Secteurs ruraux[d]	part.	part.	irrég.	part.	part.	irrég.	non	—	non	—	non	—	non	—	non	—
	Villes	oui	oui	5 ans	oui	oui	3 ans	oui	5 ans	oui	5 ans	oui	3 ans	oui	3 ans	oui	5 ans
	Grandes villes	oui	oui	3 ans	oui	oui	2 ans	oui	3 ans	oui	1 an	oui	1 an	oui	1 an	oui	2 ans
	Très grandes villes	oui	oui	2 ans	oui	oui	1 an	oui	2 ans	oui	1 an	oui	1 an	oui	6 mois	oui	1 an
IV	Secteurs ruraux[d]	part.	part.	irrég.	part.	part.	irrég.	part.	irrég.	part.	irrég.	part.	irrég.	part.	irrég.	part.	irrég.
	Villes	oui	oui	3 ans	oui	oui	2 ans	oui	3 ans	oui	3 ans	oui	3 ans	oui	2 ans	oui	2 ans
	Grandes villes	oui	oui	1 an	oui	oui	1 an	oui	1 an	oui	1 an	oui	1 an	oui	6 mois	oui	1 an
	Très grandes villes	oui	oui	1 an	oui	oui	6 mois	oui	1 an	oui	6 mois	oui	6 mois	oui	3 mois	oui	6 mois

[a] Les niveaux de surveillance, les populations, les enquêtes sanitaires et la fréquence des enquêtes ne sont indiqués ici qu'à titre d'exemples; il faut les considérer en conjonction avec le texte. Les programmes de surveillance doivent être en rapport avec les ressources et besoins des pays en cause. Le tableau montre comment un plan-cadre d'enquêtes sanitaires peut être mis au point par échelonnement, et comment on peut réaliser et consolider un programme d'amélioration à long terme par passage d'un niveau de surveillance à un niveau supérieur, le moment venu (évolution de haut en bas sur le tableau).

[b] Enquête sanitaire.

[c] Fréq. = Nombre d'enquêtes en un temps donné (années ou mois).

[d] Fréquence irrégulière, couverture partielle.

minimaux raisonnables, et la mise sur pied officielle du programme et des critères de planification, comme il est indiqué dans le tableau, doit en tout cas être entreprise.

Les zones rurales posent un problème spécial pour les enquêtes sanitaires — à savoir l'impossibilité physique et économique de faire enquête auprès des innombrables petits pourvoyeurs d'eau. Les efforts des organismes de surveillance doivent avant tout tendre à encourager et stimuler les particuliers et les collectivités à réaliser leurs propres améliorations, à fournir des renseignements sur les techniques éprouvées et à prêter une assistance technique pour le choix du site et pour la conception et la réalisation des installations. Il faut viser à démontrer la bonne façon de procéder plutôt que condamner la mauvaise. L'annexe 4 présente des directives techniques à cet égard.

Qualifications des enquêteurs sanitaires

C'est du jugement et de la compétence professionnelle de l'enquêteur dont, en dernière analyse, dépend la fiabilité des données et renseignements recueillis. Il faut donc que les enquêtes sanitaires soient menées par un personnel qualifié. L'idéal c'est de trouver chez l'enquêteur sanitaire une compréhension de la technologie de l'approvisionnement en eau et des principes de santé publique, associée à une bonne expérience de l'exploitation et de la gestion des approvisionnements en eau. Au minimum, le directeur du programme national doit posséder ces qualifications et avoir reçu une formation classique en génie ou en sciences sanitaires.

La surveillance externe de routine est généralement assurée par des techniciens de l'assainissement et des inspecteurs de la santé publique qui ne sont pas parfaitement rompus aux disciplines de l'ingéniérie apparentées aux installations d'approvisionnement en eau. Les inspecteurs doivent pouvoir disposer, en cas de besoin, d'une assistance technique. Les enquêtes sur les réseaux plus vastes ou plus complexes doivent être menées par du personnel supérieur.

L'insuffisance d'effectifs de personnel qualifié ne doit pas servir d'excuse à l'inaction mais constituer un défi qui incite à établir des programmes de formation adéquats. Assistance technique et bourses peuvent être obtenues par l'entremise de l'OMS et d'autres organisations internationales.

L'expérience a prouvé que les programmes de surveillance peuvent être convenablement exécutés par des diplômés de l'enseignement secondaire sous réserve qu'ils aient reçu 1 à 2 ans d'instruction technique, de formation et d'expérience en service, et à condition qu'ils soient étroitement encadrés par du personnel qualifié.

Les caractéristiques personnelles des enquêteurs sanitaires sont, elles aussi, importantes. L'adoption d'une attitude et d'une approche professionnelles l'est également dans les contacts directs avec les exploitants des services des eaux. Si l'enquêteur s'acquitte sérieusement de ses fonctions, d'une manière professionnelle et s'il formule des observations, suggestions et recommandations qui doivent conduire à des améliorations, d'une manière professionnelle, et s'il formule des observations, collectivité bénéficieront tous de l'enquête.

Les travaux de l'enquêteur sanitaire doivent, eux aussi, être soumis à des vérifications occasionnelles. De plus, beaucoup d'organismes trouvent qu'une rotation des affectations parmi le personnel sanitaire permet de lutter contre une certaine complaisance et même d'éviter des fautes plus graves résultant d'un excès de familiarité avec certaines stations ou leur personnel.

Comme il a été dit précédemment, la plupart des enquêtes sanitaires de routine doivent être exécutées par du personnel des services des eaux. Dans les plus petits réseaux, notamment, cela exige une formation complémentaire d'exploitant par le moyen de cours ou de programmes accélérés. Un cadre supérieur du service des eaux doit accompagner l'enquêteur sanitaire pendant son inspection, non seulement pour remédier, le cas échéant, aux défauts décelés, mais aussi parce que l'enquête doit être considérée comme une séance de formation (cf. ci-dessous, p. 42).

Exploitants

Une enquête sanitaire vise à évaluer les dangers existants et potentiels que présente pour la santé de la population un réseau d'approvisionnement en eau. Même les installations les plus soignées et les mieux équipées peuvent engendrer des risques pour la santé si elles sont exploitées par un personnel incompétent. Inversement, on connaît des exemples d'installations primitives qui produisent de l'eau de bonne qualité quand elles sont bien gérées et bien exploitées. L'examen des qualifications de l'exploitant fait donc logiquement partie de l'enquête. Malheureusement, l'évaluation de l'exploitant étant subjective, elle s'exprime difficilement en termes quantifiables.

Pour tout réseau, quelle qu'en soit la taille, il faut désigner un responsable de l'exploitation; cette personne, ou son remplaçant, doit être disponible (« à la demande ») en tout temps lorsque le réseau est en service et qu'il utilise des eaux de surface, ce qui implique la mise en œuvre de procédés de désinfection. L'exploitant principal d'un réseau qui recourt à la chloration doit avoir sous la main des moyens de mesurer le taux de chlore résiduel et, bien entendu, savoir les utiliser, mais il doit

aussi être capable de corriger les taux de chloration lorsqu'ils sont incorrects.

Les exploitants des stations de traitement doivent avoir fait des études secondaires (ou équivalentes), avoir été formés à la technologie des approvisionnements en eau et en avoir acquis l'expérience. Dans certains pays, des exigences ont force de loi, mais cela n'est possible que si l'existence de services de santé, sociétés professionnelles, établissements d'enseignement et autres organismes, permettent la formation souhaitée.

On ne saurait trop souligner qu'une enquête sérieuse, compétente, offre une excellente occasion de formation pour l'exploitant — parfois la seule formation possible à l'extérieur. Outre qu'il doit expliquer pourquoi diverses activités d'enquête et processus de traitement sont nécessaires, le personnel enquêteur doit démontrer les méthodes à adopter pour choisir les points d'échantillonnage, prélever les échantillons destinés à l'analyse bactériologique et chimique, et mesurer le taux de chlore résiduel.

Bien que les réseaux d'approvisionnement public en eau ne puissent être blâmés lorsqu'ils emploient des exploitants insuffisamment qualifiés (à moins que la critique ne s'appuie sur des preuves, telles que des épisodes répétés de contamination de l'eau), le rapport d'enquête doit indiquer les effectifs d'exploitants à plein temps et à temps partiel et, pour ce qui est des cadres du personnel d'exploitation, leur formation et leur expérience, la durée de leur affectation à un poste déterminé, la formation spéciale qu'ils ont reçue et autres renseignements pertinents. Outre qu'elle est utile pour évaluer un réseau d'approvisionnement en eau déterminé, cumulée pour de nombreux réseaux, elle sert aux évaluations, par l'organisme de surveillance, de la situation et des besoins en matière de main-d'œuvre.

Formules et dossiers de rapports d'enquête sanitaire

Des imprimés de directives, listes de contrôle et formules pour les dossiers des enquêtes sanitaires sont extrêmement précieux tant pour le personnel des organismes de surveillance que pour les exploitants des réseaux. Les formules de rapport sont souvent rédigées dans la langue du pays et tirées sur papier peu coûteux. Plusieurs publications donnent d'excellentes indications à cet égard et les annexes 4 et 6 présentent quelques exemples.

Outre leur intérêt pédagogique et leur utilité comme listes de contrôle, ces formules de rapport s'intègrent au dossier permanent et, à ce titre, rendent service pour la mise en vigueur des normes de qualité et pour l'évaluation ultérieure de l'efficacité des mesures correctives qui ont été prises. Certains organismes ont trouvé utile de demander à l'ins-

pecteur et à l'exploitant principal de contresigner tous deux la formule. Cette façon de faire procure un accusé de réception du rapport et garantit que l'exploitant est mis au courant des déficiences décelées. La formule de rapport une fois remplie peut être traitée de la même manière que le rapport; il est inutile de la recopier si l'on a soin d'en tirer des doubles au papier carbone en établissant le rapport. L'un au moins des exemplaires doit être conservé par l'organisme de surveillance et un communiqué au gestionnaire du service d'approvisionnement en eau. Une place amplement suffisante doit être prévue pour l'insertion des observations écrites.

Le rapport doit indiquer clairement, sans ambiguïté, les recommandations formulées, les mesures à prendre et la date limite à laquelle elles doivent l'avoir été. Il faut éviter toute confusion entre les mesures selon qu'elles sont « suggérées », « souhaitables » ou « obligatoires ».

Directives pour les enquêtes sanitaires

Ces directives sont présentées à l'annexe 4. Elles sont groupées par fonction, — sources, traitement, distribution, stockage et défauts principaux. Les problèmes d'interconnexion sont examinés à l'annexe 5.

Ces directives ne sont pas complètes; tout élément du réseau qui risque de permettre une contamination fécale de l'eau (les voies sont nombreuses!), représente une déficience. Elles sont destinées à servir non seulement de liste de contrôle des déficiences sanitaires les plus communes dans les approvisionnements en eau, mais aussi d'aide pédagogique.

Elles sont également utiles pour l'examen des avant-projets, des plans de construction et des cahiers des charges avant la construction. Dans certains pays il est exigé que les plans de construction d'installations nouvelles, ou d'extension d'installations existantes, lorsqu'elles sont importantes, soient examinés et approuvés par l'organisme de surveillance. Cette pratique peut être particulièrement précieuse lorsque les avant-projets sont établis par des spécialistes du génie civil ou de l'hydraulique dont l'expérience en matière de santé publique est limitée; cependant, ces conditions ne sont généralement posées que si l'on dispose pour les programmes de surveillance d'un personnel expérimenté assez nombreux pour qu'il puisse pratiquer des examens significatifs et, simultanément, s'acquitter d'autres activités plus urgentes — approbation des sources d'eau, enquêtes sanitaires, formation professionnelle, supervision du personnel.

Une condition importante commune à tous les éléments d'un réseau d'approvisionnement en eau est la fiabilité, non seulement pendant un fonctionnement normal mais encore lors des périodes de tension exceptionnelle ou d'urgence. La fiabilité est liée à la qualité de la maintenance

et aux caractéristiques structurales dont dépend la continuité du fonctionnement. Comme exemples de celles-ci on peut citer : l'utilisation de deux ou plusieurs puits pour alimenter les réseaux qui utilisent des eaux souterraines; les sources d'énergie de secours ou les installations de stockage surélevées; enfin l'aménagement, dans le réseau de distribution, de vannes permettant d'isoler certains secteurs en cas de besoin pour des travaux de réparation. Les réseaux de distribution d'eau peuvent être endommagés par des tremblements de terre, des inondations et autres catastrophes naturelles. Des indications utiles à cet égard figurent dans le *Guide d'assainissement en cas de catastrophe naturelle* (*15*).

Dossiers

Une autre condition importante pour l'ensemble d'un réseau d'approvisionnement en eau est la tenue à jour de dossiers adéquats. La préparation d'une enquête sanitaire portant sur le réseau doit comprendre la compilation et l'examen de tous les dossiers, y compris ceux : *a*) des débits; *b*) du fonctionnement de la station et du réseau de distribution; *c*) des produits chimiques ajoutés; *d*) de la qualité de l'eau à la station et dans le réseau de distribution; *e*) de la formation professionnelle des exploitants et *f*) des doléances des consommateurs. L'enquêteur doit aussi revoir ses propres dossiers : 1) des enquêtes antérieures; 2) des mesures prises pour remédier aux déficiences, le cas échéant; 3) des poussées de maladies intestinales à transport hydrique dans la collectivité desservie.

6. *Échantillonnage de l'eau de boisson*

Introduction

Ce chapitre traite de l'échantillonnage effectué tant par le personnel du service des eaux que par celui de l'organisme de surveillance. Les tableaux 6, 7 et 8 indiquent l'époque et la fréquence des échantillonnages, exécutés par ces deux organismes.

On prélève des échantillons dans les réseaux d'approvisionnement en eau afin de déterminer si l'eau fournie est propre à la consommation humaine; ils doivent donc être représentatifs de l'ensemble de l'approvisionnement. Si un échantillon est prélevé sans soin ou en des points qui ne sont pas parfaitement représentatifs de l'ensemble du réseau, le prélèvement est pratiqué en vain. Tout échantillonnage non représentatif risque même d'être dangereux en suscitant, quant à la qualité de l'eau, une confiance injustifiée.

La prélèvement d'un seul échantillon dans un réseau ne présente que peu d'intérêt; ce sont de longs dossiers et un échantillonnage réitéré qui sont souhaitables.

Échantillonnage bactériologique; fréquence et nombre des prélèvements

La fréquence de l'échantillonnage des approvisionnements publics en eau est traditionnellement fondée sur un minimum mensuel déterminé en fonction de la population desservie, le nombre des échantillons bactériologiques nécessaires étant d'autant plus faibles que les approvisionnements sont moindres. Cette pratique tient compte des ressources restreintes généralement disponibles pour la surveillance des réseaux les plus petits. Même dans les pays industrialisés, l'adoption de budgets de surveillance identiques par habitant prévoit de plus petites ressources pour les plus petits réseaux. Toutefois, pour fixer la fréquence de l'échantillonnage, il faut tenir compte de la fréquence antérieure des échantillons non satisfaisants, de la qualité de l'eau brute traitée, du

nombre des sources d'eau brute, de la valeur du traitement et de la capacité de la station de traitement, des risques de contamination à la source et dans le réseau de distribution, de la taille et de la complexité de ce réseau, du risque d'éclosion d'une épidémie (aux aéroports internationaux et centres de pèlerinage, par exemple), et de la pratique de la chloration.

On pourrait penser que la chloration diminue les besoins d'échantillonnage. Mais les études sur le terrain menées dans les pays en voie de développement ont montré que les approvisionnements en eau provenant des sources qui sont protégées naturellement — puits profonds, par exemple — sont rarement chlorés. La chloration se pratique plutôt dans les réseaux dont la source ou le réseau de distribution est, ou pourrait être, contaminé et où une défaillance du dispositif de chloration risquerait de compromettre sérieusement la santé de la population desservie. Un contrôle constant des concentrations de chlore résiduel et de la qualité bactériologique de l'eau est donc nécessaire pour assurer que des mesures correctives seront prises si une eau de qualité douteuse pénètre dans le réseau de distribution.

En raison des nombreuses variables mentionnées ci-dessus et des différences entre les ressources utilisables pour la surveillance, il est impossible de suggérer une fréquence d'échantillonnage universellement applicable. L'idéal serait que les examens bactériologiques de l'eau chlorée soient quotidiens; cet idéal est accessible pour les grands réseaux, mais il peut se révéler hors de portée pour les petits réseaux et l'on peut avoir alors à se contenter d'analyses bactériologiques hebdomadaires ou mensuelles. Pour les plus petits approvisionnements, il faut parfois se reposer entièrement sur les enquêtes sanitaires et, si l'on pratique la chloration, sur de fréquentes déterminations des concentrations de chlore résiduel.

Tableau 6. Intervalles maximaux entre échantillons successifs d'eau pénétrant dans le réseau de distribution[a] et nombre d'échantillons à prélever

Population desservie (nombre d'habitants)	Intervalle maximum entre échantillons successifs	Nombre minimal d'échantillons à prélever **mensuellement** dans l'ensemble du réseau de distribution
< 20 000	1 mois	1 par tranche de 5 000 habitants
20 000 – 50 000	2 semaines	
50 000 – 100 000	4 jours	
> 100 000	1 jour	1 par tranche de 10 000 habitants

[a] Applicables aux réseaux désinfectés ou non. Source : *Normes internationales pour l'eau de boisson* (10).

Des recommandations quant à l'échantillonnage (nombre et fréquence) figurent dans les *Normes internationales pour l'eau de boisson* (*10*). Les intervalles maximaux suggérés entre échantillonnages successifs prélevés dans le réseau de distribution, que l'eau ait été ou non désinfectée, et les nombres minimaux d'échantillons à examiner chaque mois sont indiqués au tableau 6.

Le nombre des échantillons et la fréquence des prélèvements doivent être fixés par l'organisme de surveillance, compte tenu des conditions locales. Il s'impose que les critères ou normes adoptés à l'usage local soient clairement définis et diffusés (par écrit) au personnel intéressé de l'organisme de surveillance et du service des eaux; avant tout, les critères doivent être accessibles, pour les réseaux des tailles et types spécifiés. Des études menées sur le terrain dans des pays en voie de développement ont montré qu'on utilise largement, en principe, les normes d'échantillonnage adoptées au Royaume-Uni, aux USA et dans d'autres pays industrialisés; mais en fait, sauf dans quelques capitales, ces normes ne sont pas étroitement observées.

Conformément aux niveaux des programmes de surveillance définis au chapitre premier, le tableau 7 indique divers schémas d'échantillonnage possibles. Ici encore, il y a lieu de souligner qu'il ne s'agit pas d'objectifs définitifs mais de stades intermédiaires, échelonnés dans un plan formel de surveillance conduisant finalement à une situation de surveillance idéale.

L'époque de l'échantillonnage, prise à part de celle de l'échantillonnage régulier prévu au programme, est généralement celle qui a été préalablement indiquée pour les enquêtes sanitaires *ad hoc*, c'est-à-dire qu'elle se situe soit pendant une épidémie, soit lors du choix de nouvelles sources ou après la désinfection de canalisations maîtresses, soit encore à la suite de la détection d'une contamination accidentelle ou de doléances formulées par des consommateurs. Lorsque l'analyse bactériologique révèle une contamination, l'échantillonnage, assorti d'une enquête sanitaire, le dosage du chlore résiduel et les mesures correctives, s'il y a lieu, doivent être poursuivis jusqu'à disparition de tout indice de contamination dans les échantillons.

Situation des points d'échantillonnage

L'échantillonnage doit se faire par rotation dans toutes les parties du réseau de distribution. Une pratique courante qui risque de fournir des résultats trompeurs est celle qui consiste à toujours prélever les échantillons aux mêmes points — par exemple (et c'est trop souvent le cas) au robinet du laboratoire dans l'immeuble municipal, à un poste de

Tableau 7. Exemples de programmes d'échantillonnage bactériologique pour divers niveaux de surveillance

Eau fournie à:	Niveaux de surveillance			
	I	II	III	IV
	Par l'organisme producteur d'eau[a]			
Secteurs ruraux et villages	néant	néant	néant	néant
Villes	néant	néant	mensuel	mensuel
Grandes villes	cf. ci-dessous et tableau 6			
Autres:				
institutions	facultatif	facultatif	facultatif	facultatif
populations temporaires	facultatif	facultatif	facultatif	facultatif
Camions-citernes	néant	néant	facultatif	facultatif
usines d'embouteillage	néant	facultatif	annuel	mensuel
manufactures de glace	néant	néant	facultatif	facultatif
	Par l'organisme de surveillance			
Secteurs ruraux et villages	néant	néant	irrégulier	irrégulier
Villes	néant	néant	annuel	trimestriel
Grandes villes	mensuel	mensuel	mensuel	mensuel
Autres (voir tableau 3):				
institutions	annuel	annuel	annuel	trimestriel
populations temporaires	néant	variable	variable	variable
camions-citernes	annuel	annuel	bisannuel	trimestriel
usines d'embouteillage	néant	néant	tous les 3 ans	annuel
manufactures de glace	néant	néant	tous les 3 ans	annuel

[a] Dans tous les réseaux chlorés il faut prélever des échantillons et en déterminer le taux de Cl^- résiduel au moins une fois par jour. Dans les grands réseaux l'échantillonnage doit être plus fréquent et les échantillons pour le dosage du Cl^- résiduel être prélevés à divers points du réseau de distribution.

police, au domicile d'un employé du service des eaux ou dans un restaurant, toujours le même.

La majorité des échantillons pour examen bactériologique et dosage du chlore résiduel doivent être prélevés dans les zones connues pour les problèmes qu'elles posent, par exemple celles dont les dossiers antérieurs révèlent la médiocrité, l'existence de secteurs à pression faible, celles où le taux de fuites est élevé, celles qui sont très peuplées et dont les égouts sont insuffisants, les réservoirs de stockage à ciel ouvert ou dénués de protection, les canalisations borgnes, et les portions périphériques du réseau les plus éloignées de la station de traitement.

Dans beaucoup de zones urbaines on se sert d'eaux de toutes sortes

de sources, souvent au nombre de 3 ou 4, s'élevant parfois jusqu'à 20 et même plus. L'emplacement des points d'échantillonnage dans le réseau de distribution doit être tel que l'eau de chaque source fasse l'objet d'un prélèvement périodique. L'échantillonnage doit être plus fréquent dans le cas : *a*) des sources desservant une population forte; *b*) des sources d'eau de surface; *c*) des sources qui alimentent un réseau de distribution ancien; *d*) enfin, des sources dont il est connu que la qualité a déjà, dans le passé, suscité des difficultés.

L'utilisation de camions-citernes pour la distribution de l'eau est courante dans bien des grandes villes. Dans certaines agglomérations, plus de la moitié de la population reçoit parfois ainsi son eau de boisson. Les postes de remplissage de ces camions doivent faire l'objet d'un échantillonnage périodique, et l'eau des camions, d'un prélèvement aléatoire sans avertissement préalable du camionneur. Les camions doivent être périodiquement nettoyés et désinfectés lors d'un stationnement au poste de remplissage.

Prélèvement des échantillons

Les préposés à l'échantillonnage doivent être formés aux méthodes de prélèvement,[a] notamment sur les points suivants :

1) Identification de l'échantillon : date du prélèvement, point de prélèvement, brèves indications sur la source et les conditions spéciales du prélèvement, le cas échéant. A cet égard l'usage d'imprimés types est utile.

2) Emplacement des points d'échantillonnage, comme il a été décrit ci-dessus. Le personnel subalterne doit recevoir des instructions précises concernant les points de prélèvement.

3) Utilisation et rôle des composés déchlorants, comme le thiosulfate de sodium, introduits dans le flacon d'échantillonnage.

4) Mesure du taux de chlore résiduel.[a] Les tests doivent être effectués immédiatement après le prélèvement.

5) Mode de collecte des échantillons telle que ceux-ci soient représentatifs et que, pour l'examen bactériologique, les flacons d'échantillons soient conservés dans des conditions de stérilité. « Le prélèvement des échantillons bactériologiques doit être considéré comme ayant le caractère d'une opération chirurgicale, avec l'observation des mêmes précautions d'asepsie; il ne doit être pratiqué que par un personnel convenablement formé » (*Tro.*) (*16*). Lorsque les échantillons se trouvent fréquemment contaminés par les préposés à leur collecte, il risque d'apparaître parmi le personnel une attitude de négligence à l'égard des échantillons positifs pour les coliformes.

[a] Cf. annexe 8.

6) Transport et stockage des échantillons dans de bonnes conditions. L'examen de laboratoire doit être entrepris dans les 24 h qui suivent le prélèvement. Sous les climats chauds, les échantillons doivent, si possible, être conservés au frais et préservés d'une exposition à la chaleur et à la lumière solaire.

Échantillonnage chimique

Alors qu'un examen bactériologique fréquent est requis pour le contrôle d'hygiène des approvisionnements en eau de boisson, l'examen chimique est bien moins souvent nécessaire.[a]

Transport des échantillons

Les échantillons prélevés à quelque distance du laboratoire, surtout ceux des agglomérations et villes périphériques, doivent parvenir au laboratoire aussi vite que possible, de préférence dans les 24 h. Dans beaucoup de pays les préposés à la collecte n'ont pas de véhicule personnel; il faut alors trouver des arrangements spéciaux pour assurer le transport des échantillons. Le recours à des transports publics (autobus et même trains, bateaux et aéronefs), a donné de bons résultats dans certaines régions, mais jamais lorsque le préposé avait à payer de sa poche les frais de port. L'existence de moyens de transport des échantillons doit être un facteur-clé de l'emplacement des laboratoires régionaux.

Coordination avec le laboratoire

La nécessité d'une coordination entre les préposés à l'échantillonnage et le personnel de laboratoire est évidente; il est malheureusement fréquent que les échantillons arrivent à un arrêt d'autobus et y restent plusieurs jours avant d'être ramassés, ou que des échantillons parviennent au laboratoire pendant le week-end (période de fermeture). On connaît beaucoup d'autres exemples d'un manque de coordination qui nuit à l'utilité des échantillons. Il est donc essentiel d'établir un schéma bien coordonné applicable à l'expédition des échantillons par les préposés et à leur collecte par le personnel du laboratoire.

---

[a] Cf. *Normes internationales pour l'eau de boisson* (*10*, p. 55).

7. *Analyse des échantillons d'eau*

Objet

L'objet principal de la surveillance est de faire en sorte que l'eau de boisson soit salubre. La qualité bactériologique de l'eau est le souci majeur en raison du risque d'épidémie de maladies à transport hydrique. Les produits chimiques présents dans l'eau peuvent aussi être nuisibles; il ne faut pas l'oublier. Les épreuves de laboratoire pour la détermination de la salubrité bactériologique et chimique de l'eau de boisson ont été décrites par Cox (*17*) et par l'American Public Health Association (*18*), elles figurent dans les *Normes internationales pour l'eau de boisson,* 3e éd., 1971 (*10*) et, plus en détail, dans la deuxième édition de cet ouvrage publiée en 1963 (*19*), ainsi qu'ailleurs (*20–25*). Les résultats de ces épreuves constituent un précieux dossier concernant le fonctionnement du réseau; des points d'échantillonnage convenablement choisis peuvent fournir de nombreux indices touchant les zones difficiles.

Chlore résiduel

En tant que méthode de contrôle permanent de la qualité de l'eau de boisson, l'épreuve bactériologique présente l'inconvénient de demander beaucoup de temps pour fournir des résultats valables. L'épreuve de fermentation en tubes pour la détection des bactéries coliformes prend de 48 à 96 h (délai entre prélèvement et résultats); celle de la membrane filtrante, 18-22 h. La plus rapide, qui continue à faire l'objet de recherches, demande 8 h. De plus, les épreuves bactériologiques exigent certaines compétences et un équipement de laboratoire dont on manque souvent, surtout hors des très grandes villes. Enfin elles ne sont pas bon marché.

Quand on chlore l'eau, le dosage du chlore résiduel constitue, dans certaines conditions, un procédé utile de contrôle opérationnel de la qualité de l'eau. Il est rapide, facile d'apprentissage et d'exécution; peu coû-

teux, il avertit si la qualité de l'eau est anormale ou médiocre. La présence de chlore résiduel suffisamment concentré pendant assez longtemps représente une garantie raisonnable que l'eau est indemne de bactéries pathogènes. Le tableau 8 indique les concentrations de chlore nécessaires pour que la désinfection soit efficace et l'annexe 8 décrit deux dosages du chlore résiduel.

Tableau 8. Concentrations minimales de Cl^- résiduel nécessaires pour désinfecter l'eau efficacement[a]

pH de l'eau	Chlore résiduel libre (mg/l) Durée minimale de contact: 10 min	Chlore résiduel complexé (mg/l) Durée minimale de contact: 60 min
6,0–7,0	0,2	1,0
7,0–8,0	0,2	1,5
8,0–9,0	0,4	1,8
9,0–10,0	0,8	non recommandé
> 10,0	0,8 (et durée de contact supérieure)	non recommandé

[a] D'après Butterfield (*26*) et Cox (*17*).

Il est permis de remplacer l'épreuve bactériologique par ce dosage, à condition qu'un accord ait été conclu entre l'organisme de surveillance et la direction du service des eaux sur les points suivants :

1) lorsque le dosage du chlore résiduel doit remplacer l'examen bactériologique : nombre des échantillons requis, fréquence de l'échantillonnage et emplacement des points de prélèvement;

2) concentration minimale et forme de chlore résiduel à maintenir;

3) méthode analytique à appliquer.

Quand on recourt au dosage du chlore résiduel et qu'on constate en un point d'échantillonnage une concentration inférieure au minimum admissible, il faut immédiatement prélever un autre échantillon et en mesurer la concentration de chlore résiduel. Si, elle aussi, se révèle insuffisante, il faut augmenter la dose de chlore ajoutée à l'approvisionnement en eau, chasser l'eau de la ligne et continuer l'échantillonnage jusqu'à obtention d'une concentration de chlore résiduel satisfaisante. Si l'augmentation de la dose de chlore est inefficace ou s'il faut une chloration excessive, le personnel du service d'approvisionnement en eau doit immédiatement entreprendre une enquête sanitaire à la recherche des possibilités de contamination des eaux. S'il y a lieu, l'eau des conduites et réservoirs de stockage voisins du point de prélèvement doit être

chassée et les conduites nettoyées et désinfectées. En outre, le service des eaux doté d'un laboratoire doit obtenir un échantillon d'eau pour examen bactériologique. Si ces mesures se révèlent insuffisantes, il faut solliciter l'aide de l'organisme de surveillance et notifier aux consommateurs éventuels qu'ils doivent faire bouillir toute leur eau de boisson tant que l'approvisionnement ne sera pas redevenu notoirement salubre.

La révision des règlements des USA relatifs à l'eau de boisson était en cours en 1975. Les nouvelles normes permettront de remplacer l'examen bactériologique par le dosage du chlore résiduel dans des circonstances prescrites (*50*). Même dans les pays riches de ressources, comme les USA, il est souvent difficile d'assurer le contrôle biologique des petits approvisionnements en eau.

La membrane filtrante

Les problèmes de la surveillance bactériologique exposés ci-dessus sont tels que, dans les pays en voie de développement, les épreuves analytiques à l'aide de membranes filtrantes ont suscité un intérêt considérable. Les membranes utilisées en bactériologie des eaux sont des disques plats, poreux, souples, en matière plastique, d'environ 0,15 mm d'épaisseur et usuellement de 47-50 mm de diamètre. La taille des pores est rigoureusement contrôlée; pour la bactériologie des eaux, elle est généralement de 0,5 μ.

On filtre un échantillon sur la membrane que l'on place ensuite sur un milieu de culture bactériologique gélosé ou sur un tampon de papier imprégné de milieu de culture humide; on incube alors pendant un temps spécifié et dans des conditions prescrites de température et d'humidité. On examine ensuite la culture bactérienne obtenue et on interprète les résultats. Cette méthode d'épreuve est approuvée et acceptée par l'Organisation mondiale de la Santé et par maints organismes de surveillance nationaux. Filtres et porte-filtres sont mis en vente par les fabricants dans plusieurs pays. En Inde, le National Environmental Engineering Research Institute, de Nagpur, en manufacture.

On attribue à l'emploi des membranes filtrantes dans les pays en voie de développement deux avantages principaux :

1) la rapidité : obtention des résultats en 24 h alors que la méthode classique de fermentation en tubes prend de 48 à 96 h;

2) la fiabilité de transport du matériel : deux fabricants au moins manufacturent des nécessaires de campagne. L'une de ces trousses contient une seringue entièrement métallique, avec dispositif de connexion directe au récipient du milieu de culture, qui permet d'aspirer l'eau à travers le filtre; le bouillon bactériologique est fourni prêt à l'emploi en ampoules de verre; il y a une sacoche et un incubateur por-

tatif à chauffage électrique fonctionnant sous 6, 12, 110 ou 220 V et pouvant contenir 25 cultures. Les éléments de la trousse n'ont pas besoin d'être stérilisés sur le terrain car filtres, récipients de culture et tubes de filtration en matière plastique sont fournis à l'état stérile et les échantillons d'eau n'entrent pas en contact avec la seringue avant d'avoir traversé le filtre. Dans un autre nécessaire, disponible sur le marché, la stérilisation du porte-filtre est prévue par combustion incomplète d'alcool méthylique.

La membrane filtrante présenterait, au dire de certains, d'autres avantages, mais il reste à savoir s'ils sont réels :

1) Coût : la comparaison du coût entre les méthodes d'examen bactériologique par filtration sur membrane et fermentation en tubes multiples implique de nombreuses considérations discutables. Des organismes de surveillance qui emploient ces deux méthodes dans des pays en voie de développement ont répondu diversement aux enquêtes et parfois de manière contradictoire. Le personnel du centre de recherche sur les approvisionnements en eau de l'United States Environmental Protection Agency de Cincinnati, estime que le coût est sensiblement le même pour les deux méthodes.

2) Compétence technique requise : bien que, pour certains, réputées plus simples que les autres, les méthodes d'examen par la membrane filtrante demandent des compétences de laboratoire et l'exercice d'un jugement qualifié au moins du même ordre que ce qu'exigent les épreuves de fermentation en tubes multiples. Un laborantin expérimenté doit suivre une semaine de formation et avoir l'occasion de s'exercer seul ensuite avant d'être en mesure d'entreprendre des analyses par l'une des méthodes dites de la membrane filtrante.

La technique d'examen à la membrane filtrante présente certaines limites d'efficacité, surtout lorsqu'il s'agit d'étudier de l'eau très trouble par suite de la présence d'algues et d'autres matériaux; il peut aussi se révéler impossible d'obtenir des résultats significatifs avec des spécimens d'eau brute. La présence de nombreuses bactéries non coliformes ou de substances toxiques risque de conduire à des estimations des coliformes trop faibles. Il convient de tenir compte de ces limites dans l'application de la technique et dans l'interprétation des résultats auxquels elle conduit. L'interprétation ne peut être bonne que si elle est faite par une personne expérimentée et qui connaît bien le réseau soumis à l'enquête.

La description détaillée des méthodes se trouve dans les *Standard methods for the examination of water and wastewater* (*18*) et dans les *Normes internationales pour l'eau de boisson* (*10*).

Le coût initial, élevé, des nécessaires d'épreuve portatifs a soulevé quelques objections. Mais on peut en improviser en installant du matériel de laboratoire ordinaire dans des boîtes portatives en plaques de fibres. On peut confectionner une seringue en transformant une pompe

à bicyclette : on en retourne le cuir en on adapte une valve. Il existe des milieux sous forme de préparations déshydratées à reconstituer et stériliser sur le terrain, ou de préparations liquides stériles en ampoules scellées qui se conservent à l'abri de la lumière et à température modérée pendant 1 an environ. Les entonnoirs, éprouvettes graduées, milieux de culture, etc., sont stérilisés par immersion dans l'eau bouillante. A défaut d'incubateur portatif, le filtre peut être mis dans une boîte de Petri que le préposé enveloppe ensuite dans une feuille de polythène et qu'il porte sur lui pour réaliser l'incubation grâce à sa propre chaleur corporelle.

Surveillance chimique

Cette surveillance de l'eau de boisson croît en importance à mesure qu'augmente le nombre des sources d'eau brute qui sont exposées à des décharges de rebut municipales, industrielles et agricoles. Le personnel du service des eaux doit exécuter régulièrement des épreuves physiques et chimiques pour assurer un bon contrôle opérationnel (taux de chlore résiduel libre, pH, turbidité, etc.). Mais bien des laboratoires des services des eaux ne disposent ni du personnel ni des installations nécessaires pour procéder à certaines des importantes analyses chimiques requises. L'organisme de surveillance doit alors se charger de l'échantillonnage et des analyses et faire en sorte que l'eau livrée aux consommateurs soit de qualité satisfaisante.

L'analyse chimique complète comprendrait aussi la recherche des métaux toxiques, des pesticides, des produits chimiques organiques non biodégradables et la mesure de la radioactivité. Dans un laboratoire bien équipé et doté d'un personnel compétent, l'analyse d'un seul échantillon d'eau de surface peut demander 4 jours-hommes de travail, sinon plus contre moins d'un jour pour la seule analyse bactériologique et physique.

Lorsque les approvisionnements en eau viennent de sources peu exposées à des déchets industriels et agricoles, l'analyse complète doit être limitée et servir principalement au choix de sources pour les grands réseaux et, occasionnellement, à l'examen d'échantillons.

Une fois qu'une analyse en laboratoire a été exécutée et ses résultats évalués, bien des réseaux peuvent ensuite être surveillés simplement au moyen de comparateurs portatifs et de nécessaires d'épreuve pour quelques dosages : aluminium, chlore résiduel, fluorures, fer, manganèse, phosphates et polyphosphates, alcalinité, calcium, dureté, pH, turbidité et couleur. On réduit ainsi le rapport main-d'œuvre/échantillons analysés, ce qui permet d'augmenter le nombre des échantillons analysés et celui des réseaux qui peuvent être soumis à enquête.

Laboratoires des services des eaux

Les besoins en matière de laboratoires et les méthodes analytiques sont décrits en détail dans les *Normes internationales pour l'eau de boisson* (*10*). La présente section offre des suggestions concernant les épreuves de laboratoire dans les petits réseaux d'approvisionnement en eau situés à l'écart des villes.

Le meilleur instrument de laboratoire c'est l'opérateur vigilant. Certains resultats analytiques — la numération des coliformes, par exemple — ne sont connus qu'au bout de plusieurs jours. Mais un opérateur qui a noté une variation soudaine de la qualité de l'eau brute n'est pas pris au dépourvu et peut agir sans attendre les résultats.

La poussée d'hépatite survenue à la Nouvelle Delhi a déjà été mentionnée (p. 39). Bien qu'on ait dénombré environ 30 000 cas de cette affection, on n'observa aucune augmentation des cas de typhoïde ni de dysenterie (*14*) parce que les exploitants des services des eaux avaient noté un accroissement sensationnel de la concentration en chlorures, indice d'une augmentation de la pollution, et qu'ils avaient renforcé les doses d'alun et de chlore. Malheureusement, bien que la concentration de chlore résiduel réalisée fût bactéricide, elle n'était pas suffisante pour tuer le virus de l'hépatite.

Chaque station productrice d'eau a ses propres problèmes. De plus chacune d'elles doit faire face à un ensemble de variables différent. Il est donc indispensable que, si quelque chose cloche dans le fonctionnement de la station de traitement, l'exploitant soit capable de s'en apercevoir immédiatement, d'évaluer les conditions dangereuses ou indésirables éventuelles et, après avoir pris les mesures nécessaires, de déterminer leur degré d'efficacité. A cette fin, l'exploitant doit être familiarisé avec les résultats obtenus dans le laboratoire de la station.

Les moyens d'exécuter les épreuves de laboratoire nécessaires au contrôle des procédés de traitement doivent être prévus à toutes les stations de filtration. Les besoins minimaux des très petites stations soumises à une supervision technique par un organisme extérieur sont les installations qui permettent, lorsqu'il y a lieu, l'exécution de mesures :

1) turbidimétriques;
2) colorimétriques;
3) floculométriques (méthode des flacons);
4) de la demande de chlore;
5) du taux de chlore résiduel.

Il faut généralement inclure dans les tests fondamentaux la détermination du pH, de l'alcalinité et de l'ammoniac, afin de pouvoir déterminer l'efficacité de la coagulation, de la sédimentation, de la filtration, de la chloration et des dispositions anticorrosion. De rapides variations de ces paramètres et d'autres, tels que le taux des chlorures, des nitrates

et la conductivité, indiquent une possibilité de pollution dans le bassin versant; il faut alors entreprendre une enquête sanitaire et prendre les mesures correctives appropriées.

Le dosage du fer et celui du manganèse sont nécessaires quand ces éléments se trouvent dans l'eau brute à des concentrations suffisantes pour influer sur les processus de traitement. Le dosage des fluorures s'impose quand on pratique la fluoration.

L'équipement nécessaire à l'éxécution des épreuves physiques et chimiques est coûteux et le personnel qui l'emploie doit être techniquement formé. Heureusement, toutefois, les épreuves énumérées ci-dessus sont réalisables avec la précision voulue pour contrôler le fonctionnement des petites stations de filtration, au moyen de nécessaires et de réactifs chimiques spéciaux. à condition que le mode d'emploi soit scrupuleusement respecté. Plusieurs fabricants produisent des comparateurs colorimétriques particulièrement convenables. L'annexe 8 décrit des méthodes simplifiées pour doser le chlore résiduel et procéder à l'analyse de l'eau par l'une des méthodes dites «de la membrane filtrante».

Toute station de filtration doit être dotée des moyens ci-après qui permettent d'utiliser et de conserver convenablement un matériel simple :

1) un petit bureau et une chaise;

2) un plan de travail de 2 m de long, 1 m de large et 0,9 m de haut, recouvert de bois peint en noir, à l'épreuve des acides; armoires sous-jacentes;

3) une armoire à produits chimiques;

4) un évier surmonté d'un robinet d'eau;

5) 1 double écoulement d'eau avec possibilité de connexion de tubes de caoutchouc;

6) 1 robinet d'eau ordinaire;

7) 1 robinet d'eau avec filetage (mâle);

8) 3 prises de courant;

9) 2 prises de gaz, si possible.

Dans les petites stations, ce mini-laboratoire peut être aménagé au bout de la galerie de commande, mais dans les grandes stations il doit l'être dans un local spécial.

Laboratoire de référence

Tout organisme de surveillance doit s'efforcer de disposer d'un laboratoire qui lui soit propre (ou d'une section, par exemple, d'un laboratoire central relevant du ministère de la santé). Outre l'analyse des échantillons d'eau, il pourrait s'acquitter des activités suivantes :

1) formation des chimistes des stations de traitement;

2) fourniture d'étalons de référence;

3) homologation des laboratoires des stations de traitement de l'eau;

4) revente, aux services des eaux, de milieux de culture et d'autres fournitures importées;

5) évaluation de l'innocuité des matériaux et des produits chimiques utilisés par les services des eaux, par exemple, absence de nocivité des auxiliaires de coagulation.

8. *Mesures correctives*

Correction des défectuosités

Si les déficiences sanitaires relevées par le programme de surveillance ne sont pas corrigées, ce programme est un échec, pire peut-être que l'absence de toute surveillance, car l'existence d'un programme peut encourager de fallacieuses espérances de sécurité concernant l'approvisionnement en eau de la collectivité.

La défaillance de ce dernier maillon de la chaîne des activités de surveillance n'est pourtant pas exceptionnelle. Beaucoup trop de laboratoires centraux coûteux, par exemple, étudient les échantillons qui leur sont soumis et classent leurs rapports sans communiquer les résultats des analyses au service des eaux d'où proviennent les échantillons, même quand ceux-ci présentent des signes certains de contamination fécale. Or ces résultats doivent absolument être communiqués et un système organisé pour assurer que des mesures correctives soient prises.

Les services des eaux doivent s'acquitter eux-mêmes de leur propres activités de surveillance chimiques, bactériologiques et sanitaires et, surtout, s'efforcer de prendre des mesures correctives avant même qu'intervienne l'organisme de surveillance.

Urgence de l'intervention

L'interprétation de l'effet relatif des déficiences identifiées concernant la salubrité et la fiabilité des approvisionnements en eau exige beaucoup de jugement de la part du responsable de l'évaluation. Quand on observe des déficiences il est indispensable d'en évaluer la gravité, d'estimer le coût des mesures correctives et de juger quelle est la meilleure façon d'utiliser les fonds disponibles pour obtenir l'amélioration maximale par dépense unitaire.

Il faut fixer instantanément le degré d'urgence de l'intervention. Il est directement proportionnel au risque couru par la santé. Par exemple,

la défaillance du dispositif de chloration pendant une poussée de choléra doit être immédiatement corrigée, mais l'installation d'un chlorateur de secours pour un réseau d'eau alimenté par des puits profonds peut avoir lieu à un rythme normal sans exiger le paiement d'heures supplémentaires ni le transport par avion de matériel indispensable.

Observation des dispositions du manuel de service

La prise de mesures corrrectives peut être facilitée par la préparation et la distribution au personnel de surveillance d'un guide ou manuel des mesures à prendre. Ce manuel pourrait contenir :

1) des renseignements généraux sur le programme de surveillance;
2) des directives sur la conduite à tenir par le personnel;
3) des formules de rapport d'inspection, avec des instructions sur la manière de les remplir;
4) des exemplaires des lois et règlements pertinents;
5) des détails sur la tenue des dossiers;
6) une esquisse de la méthode de notification;
7) des modèles d'extraits de lettres courantes, de notification d'infractions caractéristiques et de recommandations de mesures correctives;
8) des modèles de lettres de suite à donner;
9) des suggestions visant à l'établissement d'un système de rappel des suites à donner;
10) des directives concernant les procédures légales en cas d'infraction.

Mesures juridiques

Il est indispensable que l'organisme de surveillance soit habilité à demander la correction des déficiences graves quand un service des eaux a refusé de prendre les dispositions demandées ou est incapable de procéder aux modifications voulues. Lorsque les règlements ne sont pas observés et surtout lorsque les mises en demeure (écrites) d'intervention restent sans effet, l'autorité de l'organisme de surveillance s'en trouve inévitablement affaiblie et son efficacité compromise. De même le service des approvisionnements en eau doit exiger la mise en vigueur de ses propres règlements et arrêtés.

En cas d'action juridique, l'enquêteur est tenu de renseigner le conseiller juridique et d'établir un dossier indiquant les mesures prises préalablement. Une entrevue ou une audience officieuse avec les responsables du service des eaux pourrait précéder l'action en justice.

Correction des défectuosités sans obligation juridique

Bien qu'il soit nécessaire que l'autorité juridique puisse, s'il y a lieu, exiger le respect des règlements, dans la plupart des cas, la correction des déficiences s'obtient par la persuasion, l'enseignement et la motivation. En fait, d'après Salvato (*27*): «... l'approche primitive des règlements sanitaires est la mise en demeure par la police; l'approche civilisée est l'éducation du public en matière de santé dans le contexte de l'environnement; l'approche sophistiquée du respect des lois est l'auto-inspection sous surveillance et contrôle réglementaires» (Trad.).

Tableau 9. Échantillonnage bactériologique de l'eau et communications des résultats présumés (P) et confirmés (C) de la recherche des coliformes dans une grande ville d'Amérique Latine

Jour / Échantillon N°	0	1	2	3	4
1	Prélèvement	P	C		
2		Prélèvement	P	C	
3			Prélèvement	P	C
4				Prélèvement	P
Avertissement		1[a]	2[b]	3[c]	4[d]

[a] *1er avertissement.* Si un échantillon est présumé contenir des coliformes (formation de gaz): 1) l'ingénieur des eaux de la ville est alerté par téléphone; 2) le résultat de l'épreuve est cerclé d'encre rouge sur la formule; 3) la conclusion est dactylographiée en rouge sur la formule; 4) un 2e échantillon est prélevé.

[b] *2e avertissement.* Si le 1er échantillon est confirmé et le second présumé positif: 1) une lettre courtoise est adressée à l'ingénieur; 2) cette lettre est remise à la main; 3) un double est communiqué au directeur de l'approvisionnement en eau; 4) un 3e échantillon est prélevé.

[c] *3e avertissement.* Si le 2e échantillon est confirmé et le 3e présumé positif: 1) une lettre est remise au directeur de l'approvisionnement en eau, indiquant clairement que la lettre suivante sera adressée au maire de la ville; 2) un double en est adressé à l'ingénieur; 3) un quatrième échantillon est prélevé. (On a recouru deux fois au 3e avertissement dans le passé récent du laboratoire.)

[d] *4e avertissement.* Si le 3e échantillon est confirmé et le 4e présumé positif, une lettre est remise à la main au maire de la ville. (Cette mesure n'a encore jamais été prise.)

Le tableau 9 résume les méthodes utilisées avec succès dans une ville d'Amérique du Sud qui, dépourvue d'autorité juridique, met cependant en œuvre un bon programme de surveillance. Que le schéma exposé dans ce tableau réussisse dans ladite ville ne signifie toutefois pas qu'il serait tout aussi efficace ailleurs. Il importe cependant de noter que l'organisme de surveillance suit une procédure organisée, établie, et n'a pas argué de son manque d'autorité juridique pour ne rien faire.

Un autre laboratoire de surveillance, lorsqu'il décèle un échantillon positif pour les coliformes, le notifie à la fois au service des eaux (par téléphone) et aux ingénieurs régionaux compétents. Les épreuves sont répétées jusqu'à l'obtention du niveau de qualité requis.

Continuité des mesures à prendre

Toute enquête qui révèle de graves défauts doit être «étiquetée» comme étant «à suivre». Cette action dépend de la nature du défaut décelé. Si l'approvisionnement en eau apparaît contaminé, il faut agir *instantanément.* Les mesures immédiates les plus communes sont : l'augmentation de la dose de chlore, le curage et le rinçage des conduites maîtresses, l'utilisation d'une autre source d'eau, la notification aux consommateurs qu'ils doivent faire bouillir leur eau de boisson, l'élimination des interconnexions et l'interruption du service. Il faut déterminer les taux de chlore résiduel et prélever immédiatement des échantillons bactériologiques. Mais les résultats des examens bactériologiques ne sont le plus souvent connus qu'au bout de quelques jours. Quand l'enquête sanitaire montre que l'eau distribuée risque d'être atteinte d'une pollution fécale, les déficiences doivent être corrigées sans délai, abstraction faite des résultats des examens de laboratoire.

L'organisme de surveillance doit disposer de l'autorité juridique l'habilitant à appuyer de telles mesures. Certains organismes, surtout ceux qui régissent des petits réseaux et des approvisionnements en eau privés ont trouvé utile d'être habilités, en cas de défaillance de la gestion du réseau, à effectuer les travaux nécessaires et à se faire rembourser par le service des eaux les frais encourus.

Lorsqu'il n'y a pas lieu de prendre des mesures immédiates, il faut néanmoins donner suite à l'enquête. La méthode la plus satisfaisante est généralement d'entreprendre une nouvelle enquête, dans les 30 jours, par exemple. En cas de déficiences mineures, une lettre du gestionnaire du réseau, signalant que remède a été porté à la déficience, peut suffire si elle est jugée digne de confiance.

Pour les enquêtes multiples, les inspections et autres modalités de la surveillance, il importe d'organiser un bon système de registres et dossiers. Le système de dossiers visibles à code de couleurs et de dossiers «de rappel» est particulièrement utile dans les enquêtes «à suivre».

Omettre de poursuivre activement, rigoureusement l'action et la supervision entreprises donne naissance à une apathie qui ne tarde pas à s'étendre aux enquêtes primitives. Les cadres supérieurs qui négligent de soutenir les inspecteurs sanitaires quand ceux-ci ont à faire face à une opposition nuisent aussi à l'efficacité de la surveillance.

Limites des mesures correctives

Constatée au cours d'une enquête, la preuve d'une contamination de l'eau par pollution fécale avec ou sans confirmation par des épreuves en laboratiore, peut suffire pour condamner un approvisionnement en eau.

La fermeture et l'interdiction d'utiliser une source implique une obligation de fournir un approvisionnement de remplacement salubre; sinon les consommateurs risquent d'être conduits à utiliser une source plus dangereuse encore. Dans certains cas, il peut être préférable de surchlorer, de prendre des mesures correctives immédiates et d'inviter les consommateurs à faire bouillir leur eau de boisson. L'objectif de l'enquête sanitaire n'est pas tant de supprimer l'usage d'approvisionnements en eau malsains que de faire en sorte que le consommateur dispose d'eau salubre, potable.

Assistance en cas d'urgence

En cas d'urgence, l'organisme de surveillance doit appuyer le gestionnaire du service des eaux dans ses efforts pour surmonter la crise, en lui fournissant une assistance matérielle : chlore, pompes, réservoirs portatifs, etc. Pour plus de détails, il convient de consulter le *Guide d'assainissement en cas de catastrophe naturelle* (*15*).

9. *La surveillance et les réseaux spéciaux*

Réseaux ruraux

Dans beaucoup de pays en voie de développement les trois quarts au moins de la population vivent dans des zones rurales, hameaux et villages, où l'approvisionnement public en eau pose des problèmes de surveillance particulièrement difficiles à résoudre en raison du nombre élevé des réseaux en service et de leur distribution géographique, de l'insuffisance des fonds disponibles et de la pénurie de personnel compétent pour s'occuper à plein temps du service des eaux. Il est souhaitable que, dans le programme de surveillance, soit prévue la surveillance complète de ces approvisionnements ruraux. Mais cela risque d'être impossible dans le cas de certains programmes, faute de ressources suffisantes en fonds et en personnel. En l'absence de programmes de surveillance officiels pour les zones rurales, le service de santé ou l'organisme de surveillance doivent néanmoins se préoccuper de la qualité des approvisionnements publics en eau campagnards ainsi que jouer un rôle consultatif et assurer l'éducation sanitaire parmi les populations rurales.

Les problèmes sanitaires que posent les réseaux ruraux tiennent surtout à la médiocrité des sources d'eau, à un mauvais choix de l'emplacement et à des défauts de construction. La priorité quant à l'aide à la surveillance de ces approvisionnements doit aller à l'assistance technique, à la formation d'exploitants et d'aides sanitaires locaux, à l'approbation des sources, aux enquêtes sanitaires et aux épreuves bactériologiques. L'annexe 4 donne des directives supplémentaires concernant les petits réseaux d'eau souterraine. Trois publications de l'OMS contiennent nombre de renseignements utiles sur les réseaux ruraux : *Alimentation en eau des zones rurales et des petites agglomérations* (*28*), *La filtration lente sur sable* (*29*) et *Mesures d'hygiène simples contre les maladies intestinales* (*30*).

Bidonvilles et « franges » urbaines

Les zones de taudis au cœur des grandes villes et dans les « franges » urbaines d'expansion rapide posent des problèmes de surveillance spéciaux. Bien que ces zones délicates puissent être desservies par un réseau de distribution d'eau, la surpopulation, l'absence de raccordements domestiques, l'intermittence du service, les faibles pressions d'eau, les fuites, le manque d'égouts peuvent conduire à l'existence de réseaux de distribution d'eau à risque élevé et à des conditions telles que l'eau de surface soit insalubre. Les bidonvilles et les « franges » urbaines sont donc exposés à des épidémies de maladies à transport hydrique.

Faute de disposer d'eau sous canalisation, la population risque de recourir à une eau insalubre tirée de puits locaux, à des eaux de surface contaminées, à l'eau de camions-citernes ou même à des prélèvements clandestins en des points interdits d'un réseau voisin qui présentent d'exceptionnelles occasions de contamination des approvisionnements canalisés.

Ces zones difficiles doivent faire en priorité l'objet d'extensions de l'approvisionnement en eau de boisson salubre. Entre-temps, la surveillance doit être particulièrement serrée.

Réseaux de desserte de populations nomades

Dans la surveillance, toutes choses égales d'ailleurs, la priorité est accordée à celles des populations exposées qui sont les plus nombreuses. Les enquêtes sanitaires sur les approvisionnements métropolitains doivent être réalisées avant que soit organisée la surveillance régulière des puits ruraux, etc.

On l'a déjà dit, les petits approvisionnements desservant des populations nomades peuvent impliquer pour la santé des dangers hors de proportion avec la taille du réseau. La propagation rapide de maladies épidémiques comme le choléra a été reconnue imputable à de tels apports d'eau contaminée. La surveillance de ces approvisionnements mérite un haut degré de priorité, surtout en ce qui concerne la chloration. Les préparatifs que suppose l'approvisionnement en eau des grands rassemblements doivent être entrepris longtemps à l'avance.

Eaux en bouteilles

Le personnel de surveillance de nombreux pays, bien qu'il ne se désintéresse pas des eaux en bouteilles et fasse preuve de quelque suspicion à leur égard, ne prend guère de mesures pour surveiller la qualité de ces

approvisionnements alors qu'ils constituent une menace potentielle pour la santé et doivent être traités tout comme les autres approvisionnements en eau. Les raisons de l'apathie officielle semblent être que les eaux en bouteilles, coûteuses, consommées par les touristes et les habitants aisés sont «salubres» et que le grand nombre et la petite capitalisation des autres producteurs s'opposent à une surveillance rigoureuse. L'eau fournie par les vendeurs itinérants et colporteurs doit être considérée tout particulièrement avec suspicion. La meilleure méthode de contrôle est l'élimination du besoin de ces vendeurs (et pourvoyeurs d'eau en bouteilles) grâce à la founiture universelle d'approvisionnements publics en eau de boisson salubre sous canalisation.

Les règlements applicables aux manufactures d'embouteillage de l'eau comportent typiquement des normes de qualité; l'homologation des sources; l'approbation et l'inspection périodique des dossiers des installations, ainsi que des pratiques d'assainissement et de maintenance; l'approbation des bouteilles, capsules et étiquettes; l'échantillonnage et l'examen de l'eau. Le service de santé doit être habilité à interdire la vente des eaux en bouteilles présentées par des fournisseurs incapables de respecter les normes établies.

Glace

L'eau destinée à la manufacture de la glace doit être exempte de solides, bactéries, saveurs et odeurs; sa teneur en minéraux dissous doit être aussi faible que possible. Généralement, la plupart des eaux acceptables à l'usage domestique le sont pour la manufacture de la glace. Contrairement à l'opinion populaire, la congélation ne tue pas les bactéries et toute eau qui sert à faire de la glace doit être de même qualité que l'eau de boisson car il est fréquent que l'on mette de la glace directement dans des boissons. [a]

Le service de santé publique des États-Unis d'Amérique a publié *A sanitary standard for manufactured ice (31)* [Normes sanitaires pour la glace manufacturée]. Ces normes prévoient toutes les conditions requises pour: l'eau qui sert à la fabrication de la glace; la qualité de la glace; le nettoyage du matériel; l'hygiène des processus adoptés et le transport de la glace ainsi que les tuyauteries; la tenue des locaux; les installations sanitaires; les égouts et le rejet des eaux usées et l'hygiène du personnel dans les locaux de l'usine.

[a] Lorsqu'elle se congèle, l'eau tend à comprimer vers le cœur de la masse les impuretés qu'elle contient. Mettant à profit ce phénomène, les fabricants de glace injectent pendant la congélation, des bulles d'air dans l'eau, la maintenant ainsi en mouvement et évitant que les précipités chimiques, les solides et les bactéries ne soient enserrés dans les cristaux de glace. Les impuretés se trouvent ainsi concentrées dans le cœur (c'est-à-dire dans la portion liquide au centre du bloc). Aux stades ultimes de la fabrication on extrait (on aspire) ce cœur et on le remplace par de l'eau fraîche de manière à réduire la concentration de la masse en corps étrangers avant la congélation finale. L'inspection d'un bloc de glace révèle le degré de perfection obtenu dans l'extraction du cœur; une décoloration centrale est un signe de contamination. La présence de certains minéraux et produits chimiques: le fer, le manganèse, les carbonates de calcium et de magnésium, l'alumine et la silice, suscite des difficultés dans la manufacture de la glace.

Industries de traitement des aliments et des boissons

Les possibilités évidentes d'une vaste transmission de maladies par le personnel affecté au traitement des aliments et des boissons soulignent combien il est tout spécialement nécessaire que ces industries soient approvisionnées en eau salubre. La surveillance de cette eau doit être coordonnée avec les activités de l'organisme responsable de l'hygiène alimentaire, surtout dans les industries qui s'assurent elles-mêmes leur approvisionnement en eau. Des informations plus complètes à cet égard figurent dans les *Mesures d'hygiène simples contre les maladies intestinales* (*30*).

Approvisionnements d'eau en cas d'urgence

Les dangers que font courir à la santé les approvisionnements d'eau sont souvent maximaux lorsque surviennent des situations d'urgence : tremblements de terre, ouragans, inondations, sécheresses, défaillance du service des eaux et catastrophes dans les transports. La planification des contingences en prévision de tels événements est indispensable pour en minimiser les risques. L'OMS a publié récemment un *Guide d'assainissement en cas de catastrophe naturelle* (*15*).

Réseaux d'alimentation en eau d'établissements particuliers

Beaucoup de réseaux d'approvisionnement en eau ne sont pas exploités par des municipalités urbaines ou rurales, ni pour leur compte. Or, certains d'entre eux desservent néanmoins de fortes populations et doivent, par conséquent, faire l'objet d'une surveillance. Ce sont ceux qui alimentent de gros groupes de logements, des hôpitaux, des écoles, des camps militaires, des prisons, des aéroports, des hôtels; beaucoup de ces établissements achètent leur eau à forfait aux réseaux municipaux.

Annexe 1

EXEMPLES DE PROGRAMMES de SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'EAU DE BOISSON

NIVEAU I

Description : Programme initial qu'il est proposé d'adopter dans les pays actuellement dénués de programme officiel et dont le développement économique est gravement restreint.
Lois et règlements : Autorité juridique de base qui crée ou désigne l'organisme de surveillance et l'habilite à assurer les fonctions indiquées ci-dessous.
Normes pour l'eau de boisson : Adoption de normes bactériologiques dans les réseaux d'eau urbains.
Méthodes-types d'analyse : Celles que requièrent les spécifications ci-dessus, plus dosage du chlore résiduel.
Laboratoire : Mise sur pied d'un laboratoire central, éventuellement dans le cadre du laboratoire national du ministère de la santé.
Enquêtes sanitaires : Programme prévu pour les capitales et les très grandes villes.
Approbation des sources : Programme prévu pour les capitales et les très grandes villes.
Rapports requis : Les services des eaux des très grandes villes doivent soumettre chaque mois pour analyse par l'organisme de surveillance un échantillon de l'eau telle qu'elle est livrée au consommateur.
Normes de conception : Assistance technique officieuse.
Règlement appliqué aux approvisionnements d'eau spéciaux : Hôpitaux nationaux et grands aéroports, gares de chemin de fer importantes et ports principaux.
Formation professionnelle : Formation en service du personnel de surveillance; participation aux programmes de formation professionnelle internationaux, le cas échéant; recours aux services de consultants à court terme.
Assistance technique : Sur demande, mais sans affectation de personnel à plein temps.

NIVEAU II

Description : Programme fondamental en vue de son adoption officielle dans les pays actuellement dénués de programme, même nominal ou superficiel, et avec de sévères limites d'étendue et d'efficacité.

Lois et règlements : Autorité juridique de base qui agrée et dispose des moyens de faire réaliser le programme exposé ci-après, y compris la mise au point de règlements concernant l'organisme de surveillance.
Normes pour l'eau de boisson : Adoption de normes bactériologiques et physiques dans les secteurs urbains.
Méthodes-types d'analyse : Celles que requièrent les spécifications ci-dessus, plus le dosage du chlore résiduel.
Laboratoire : Etablissement d'un laboratoire central au service de l'approvisionnement en eau.
Enquêtes sanitaires : Nécessaires pour les approvisionnements en eau de toutes les très grandes villes, l'accent étant mis sur la source et le traitement de l'eau.
Rapports requis : Toutes les très grandes villes doivent soumettre chaque mois des échantillons. Les très grandes villes les plus importantes doivent faire rapport sur leurs propres épreuves bactériologiques. Tous les services d'approvisionnement doivent contrôler le dosage du chlore et les concentrations résiduelles, et faire rapport à ce sujet.
Approbation des sources : Toutes les grandes villes.
Normes de conception : Assistance technique officieuse.
Règlement des approvisionnements spéciaux : Hôpitaux nationaux, grandes gares, aérogares et ports importants, écoles, ports militaires, prisons, camps importants, approvisionnements par camions-citernes dans les plus grandes villes.
Programme de formation professionnelle : Mise au point de séminaires pour les exploitants des services des eaux; détachement de quelques membres du personnel, grâce à des bourses internationales; recours aux services de consultants comme enseignants; promotion des efforts de formation professionnelle déployés par les universités locales et les instituts techniques.
Assistance technique : Sur demande; programmes restreints.

NIVEAU III

Description : Programme destiné aux pays qui ont déjà établi des programmes dans les très grandes villes et s'efforcent d'assurer la surveillance à une échelle nationale ou régionale plus considérable.
Lois et règlements : Autorité juridique de base, plus règlements administratifs bien codifiés.
Normes pour l'eau de boisson : Normes bactériologiques, plus normes relatives à la turbidité, à la saveur, à la couleur, à l'odeur et aux substances toxiques.
Méthodes-types d'analyse : Celles qui correspondent aux normes pour l'eau de boisson.
Laboratoire : Laboratoire central avec possibilité d'analyses complètes;

fourniture de matériel et de produits aux laboratoires et aux programmes de formation de laborantins; laboratoires régionaux si et quand il y a lieu.
Enquêtes sanitaires : Périodiques dans les secteurs urbains et pour les programmes ruraux partiels; régulières pour les nouvelles sources d'eau de boisson des grands réseaux.
Approbation des sources : Comme ci-dessus.
Rapports nécessaires : Règlements exigeant des usines ou stations qu'elles tiennent des registres de l'exploitation. Soumission périodique d'échantillons au laboratoire central.
Normes de conception : Publication de directives officieuses; services consultatifs sur demande.
Formation professionnelle : Mise au point de cours accélérés pour les personnels de surveillance et du service des eaux; promotion des efforts de formation des établissements d'éducation locaux avec, s'il y a lieu, un appui financier, et participation du personnel d'encadrement aux programmes de formation internationaux y compris des voyages d'étude et des stages pour les cadres.
Assistance technique : Services consultatifs au sujet des interconnexions, des installations sanitaires, des additifs, des spécifications du matériel, et des approvisionnements d'eau en milieu rural.
Règlements des approvisionnements spéciaux : Comme pour le niveau II, plus tous les approvisionnements urbains, ceux des foires, marchés, lotissements, et manufactures les plus importantes d'embouteillage et de fabrication de la glace.

NIVEAU IV

Description : Programme à l'intention des pays dotés de programmes de surveillance bien établis mais qui s'efforcent d'étendre ce service à la totalité du pays et d'augmenter l'étendue et l'efficacité des enquêtes (notamment à l'intention des pays dont le développement économique ne fait que démarrer).
Lois et règlements : Autorité absolue, mais services plutôt consultatifs que mise en application de règlements rigoureux aux activités pour lesquelles il y a pénurie de personnel pour faire observer la loi. Habilitation de la police à intervenir dans tous les cas où peut être prouvée l'existence d'une véritable menace pour la santé.
Normes pour l'eau de boisson : Normes internationales pour l'eau de boisson ou leur équivalent, avec adaptation convenable aux conditions locales et publication des règlements dans la langue du pays.
Méthodes-types : Méthodes-types internationales pour l'analyse de l'eau de boisson, et publication locale de leur description dans la langue du pays.

Laboratoire : Établissement d'un laboratoire central de référence complètement équipé et d'installations régionales. Le laboratoire central doit assurer de nombreux services y compris la formation professionnelle, une assistance technique, la fourniture de milieux bactériologiques et étalons, et l'évaluation d'autres laboratoires.
Enquêtes sanitaires : Tous les secteurs urbains y compris les réseaux de distribution; la plupart des approvisionnements publics ruraux les plus importants doivent être régulièrement soumis à une enquête.
Approbation des sources : Pour toutes les nouvelles sources d'alimentation des réseaux d'approvisionnement en eau collectifs, il est indispensable que la construction du réseau soit précédée d'un accord entre les autorités de gestion des eaux et l'organisme de surveillance.
Rapports nécessaires : Règlements exigeant que les installations les plus importantes tiennent un registre de l'exploitation et des analyses de laboratoire; échantillons à soumettre à l'organisme de surveillance, ou prélevés par elle, selon un calendrier pré-établi.
Normes de conception : Programme officiel visant un accord préalable à la construction lorsqu'il s'agit de nouveaux travaux affectant les plus grands réseaux; publication de directives.
Code sanitaire : Codification et mise en vigueur du code dans les plus grandes villes et par les fabricants les plus importants de matériel sanitaire.
Formation professionnelle : Programmes fortement appuyés par des cours accélérés; aide à la formation professionnelle dans les établissements d'enseignement et aux programmes éducatifs; recours à un institut technique, s'il y a lieu.
Assistance technique : Programme actif avec un personnel à plein temps.
Règlement concernant les approvisionnements spéciaux : Tous les approvisionnements desservant des effectifs de population importants. Règlementation de la production d'eau en bouteilles et de la manufacture de la glace.
Divers : Programme de lutte contre les interconnexions; participation officielle au programme d'éducation sanitaire du ministère de la santé.

Annexe 2

EXAMEN MÉDICAL DU PERSONNEL D'UN SERVICE DES EAUX

Voici un extrait des *Safeguards to be adopted in the operation and management of waterworks* [Précautions à prendre dans l'exploitation et la gestion d'un service des eaux] publiées au Royaume-Uni par le Ministry of Housing and Local Government, Welsh Office (*32*).

« i) Il convient de faire preuve de circonspection dans le choix du personnel qui sera affecté à des travaux qui risquent de compromettre la pureté de l'approvisionnement en eau. Les antécédents cliniques de chaque membre du personnel, notamment eu égard à toute infection qui peut être véhiculée par l'eau, doivent être minutieusement étudiés et un prélèvement de sang exécuté en vue de détecter les porteurs de bacilles d'une maladie typhoïde. Lorsque les examens hématologiques sont positifs et que le résultat n'est pas imputable à une inoculation préventive, le porteur doit être exclu de toute affectation aux travaux précités tant que des examens réitérés de ses selles et de ses urines ne permettent pas d'affirmer l'absence de bactéries pathogènes. »

« ii) Si l'on ne procède pas à des examens hématologiques préliminaires, il faut dans tous les cas, faire à une semaine d'intervalle au moins, trois examens bactériologiques des selles et des urines. Ces examens doivent révéler l'existence de 70 à 80 % de porteurs chroniques. »

« iii) S'il est avéré qu'un employé est atteint d'une maladie qui peut être véhiculée par l'eau, ou qu'il souffre d'une affection diarrhéiforme, ou encore qu'il sera physiologiquement incapable de reprendre son travail pendant plus de cinq jours encore, il faut prendre des dispositions pour faire en sorte qu'il ne soit pas affecté à des travaux au cours desquels il risquerait de compromettre la pureté des approvisionnements en eau, et cela tant qu'il n'aura pas été examiné par le médecin de l'entreprise, à qui il appartiendra de décider, en compatibilité avec les indications données précédemment, si l'employé en cause peut être sans danger affecté aux travaux précités. Des dispositions permanentes doivent également être prises pour que chaque membre du personnel soit examiné par le médecin de l'entreprise au moins une fois tous les trois ans. » (Trad.)

Annexe 3

FORMATION PROFESSIONNELLE [a]

COURS DE FORMATION AUX ENQUÊTES SANITAIRES

Stagiaires : Surveillants des services d'eaux municipaux et exploitants chevronnés; techniciens de santé publique et techniciens de l'assainissement.

Durée du cours : Trois jours consécutifs; ou 6 séances vespérales de 3 h chacune, plus une journée sur le terrain à la clarté solaire.

Effectif de la classe : 10 à 20 stagiaires.

Moyens matériels :

Dans une station, une école ou un immeuble administratif : salle de classe équipée d'un tableau noir et d'un nombre suffisant de postes de travail.

Dans une station de traitement ou un établissement gouvernemental : laboratoire d'analyse (chimique et bactériologique) de l'eau.

Pour des visites sur le terrain : installations de captage d'un service des eaux municipal, station de traitement et de distribution, approvisionnements ruraux alimentés par des puits.

Equipement et fournitures :

Pour les démonstrations : cartes et panneaux rotatifs (1 jeu), documents multicopiés et formules d'enquête (1 jeu par stagiaire).

Pour les travaux pratiques: comparateurs de chlore résiduel (1) pour 4 étudiants), flacons d'échantillonnage stériles (2 par stagiaire).

Moyens de transport : 1 autobus ou des voitures de tourisme, ou des camions pour les tournée quotidiennes sur le terrain.

Plan des cours de formation aux enquêtes sanitaires

Jour	Heure	Durée	Lieu	Matières enseignées	Références bibliographiques[a]
1	08.00–09.00	1 h	Salle de classe	Enquêtes sanitaires : définition heures et fréquence approvisionnements d'eau ruraux approvisionnements d'eau urbains	A, pp. 25–28 39–48

[a] En partie, d'après Rajagopalan & Shiffman (30).

Plan des cours de formation aux enquêtes sanitaires *(suite)*

Jour	Heure	Durée	Lieu	Matières enseignées	Références bibliographiques[a]
	09.00–10.00	1 h	Salle de classe	Personnel : qualifications exploitants des stations d'eau formation des exploitants santé et sécurité professionnelles relations publiques	**A**, pp. 32–38 **B**, pp. 274–279
	10.00–11.00	1 h	Salle de classe	Administration du programme : organisation dossiers mesures ultérieures	**A**, pp. 21–28 63–67 **B**, pp. 271–273
	13.00–16.00	4 h	Terrain	Tournée de visite à un réseau d'eau rural type	**A**, Annexe 4, pp. 88–108
2	08.00–10.00	2 h	Salle de classe	Sources d'eaux *a*) Eaux souterraines : caractéristiques des nappes aquifères influences polluantes développement protection des puits, sources, etc. *b*) Eaux de surface : considérations sur les bassins versants analyses structures de captage	**A**, Annexe 4, pp. 88–108 **C**, pp. 63–128 **B**, pp. 13–15 **C**, pp. 171–181 **E**, pp. 6–9
	10.00–12.00	2 h	Salle de classe	Traitement de l'eau : pré-traitement filtration 1) filtres à sable rapides 2) filtres à sable lents désinfection équipement dossiers	**A**, pp. 90–93 **C**, pp. 182–205 **B**, pp. 106–149
	13.00–17.00	4 h	Terrain	Visite sur le terrain à la station des eaux municipale	**A**, Annexe 4, pp. 88–108
3	08.00–10.00	2 h	Salle de classe	Réseaux de distribution : conception des réseaux implantation et construction des réservoirs de stockage désinfection des nouvelles installations prélèvement d'échantillons pertes dans le réseau dossiers	**A**, Annexe 4, pp. 88–108 **C**, pp. 206–236 **D**, p. 9

Plan des cours de formation aux enquêtes sanitaires *(suite)*

Jour	Heure	Durée	Lieu	Matières enseignées	Références bibliographiques[a]
	10.00–11.00	1 h	Salle de classe	Problèmes de distribution de l'eau *a*) Fuites : effets sur la qualité méthodes de traitement des fuites *b*) Interconnections : mesures correctrices matérielles prévention des écoulements en retour détection des interconnections programme de lutte contre les interconnections	**A**, Annexe 5, pp. 109–116 **E**, pp. 47–52
	11.00–12.00	1 h	Salle de classe	Evaluation	
	13.00–17.00	4 h	Terrain	Visite à différents éléments d'un réseau de distribution d'eau municipal	**A**, Annexe 4, pp. 88–108

[a] Les indications données renvoient aux publications suivantes :
A — la présente monographie;
B — Cox (*17*);
C — Wagner & Lanoix (*28*);
D — United States Environmental Protection Agency (*33*);
E — Royaume-Uni, Welsh Office, Ministry of Housing and Local Government (*32*).

COURS DE FORMATION AUX PRÉLÈVEMENTS BACTÉRIOLOGIQUES ET À L'EXÉCUTION DES ÉPREUVES AU MOYEN D'UNE MEMBRANE FILTRANTE

Stagiaires : Exploitants des services des eaux municipaux les plus importants;
chimistes et bactériologistes du service des eaux;
chimistes et bactériologistes de laboratoire;
assistants de laboratoire.

Tous ces stagiaires ont déjà été formés et sont expérimentés en matière d'analyse bactériologique des eaux.

Durée du cours : 5 jours (les stagiaires effectueront des épreuves par la méthode de la membrane filtrante).

Effectif de la classe : au maximum, 8 stagiaires par moniteur.

Moyens matériels :

Dans un bâtiment administratif, une école ou une station : salle de classe assez grande pour être équipée de postes de travail.

Dans une station de traitement, une école, ou un établissement gouvernemental : laboratoire d'analyse (chimique et bactériologique) de l'eau.

Pour des visites sur le terrain : installations de captage d'un service des eaux municipal, station de traitement et réseau de distribution (pour le prélèvement d'échantillons). En outre, visite de puits creusés, s'ils sont faciles d'accès.

Postes de travail pour l'exécution des épreuves de laboratoire.

Équipement et fournitures :

Pour les démonstrations : comparateurs de chlore résiduel (1 pour 4 stagiaires), appareils à distiller, stérilisateurs, milieux de culture, flacons, membranes filtrantes, étuves, etc., permettant l'exécution d'analyses bactériologiques.

Pour les travaux pratiques : équipement et fournitures identiques.

Moyens de transport :

Un autobus ou des voitures de tourisme, ou encore des camions pour les visites sur le terrain les 2e, 3e et 4e jours.

Programmes des cours de formation aux prélèvements et à l'exécution des examens bactériologiques par la méthode de la membrane filtrante *(suite)*

Jour	Heure	Durée	Lieu	Matières enseignées	Références bibliographiques[a]
1	08.00–10.00	2 h	Salle de classe	Maladies à transport hydrique Organismes indicateurs Organismes coliformes Normes d'innocuité de l'eau Désinfection	**B**, pp. 191–196
	10.00–12.00	2 h	Salle de classe	La membrane filtrante : avantages et inconvénients caractéristiques des filtres Milieux Matériel de laboratoire Incubation	**B**, pp. 386–390 **A**, pp. 57–59; Annexe 8, pp. 127–134
	13.00–17.00	4 h	Labo	Familiarisation avec le matériel de campagne pour l'usage de la membrane filtrante après démonstration de la technique Collecte et analyse d'échantillons du réseau de distribution	**E**
2	08.00–09.00	1 h	Salle de classe	Théorie de l'échantillonnage Fréquence de l'échantillonnage Volume de l'échantillon Nombre d'échantillons Limites économiques	**A**, pp. 49–51 **B**, p. 313

Programmes des cours de formation aux prélèvements et à l'exécution des examens bactériologiques par la méthode de la membrane filtrante *(suite)*

Jour	Heure	Durée	Lieu	Matières enseignées	Références bibliographiques[a]
	09.00–10.00	1 h	Salle de classe	Choix des points de prélèvement; échantillons représentatifs Point d'entrée dans le réseau de distribution Parties principales du réseau Evitement des canalisations borgnes Limitation des épreuves de l'eau brute	**A**, p. 53 **C**, pp. 284–289
	10.00–11.00	1 h	Salle de classe	Procédures d'échantillonnage sur le terrain : questions de transport examens rapides et différés expéditions des échantillons	**D**
	11.00–12.00	1 h	Salle de classe	Bactériologie au laboratoire : stérilisation milieux nutritifs incubation	
	13.00–17.00	4 h	Labo et terrain	Collecte sur le terrain d'échantillons dans le réseau de distribution, puis examen au laboratoire par la méthode de la membrane filtrante	**A**, Annexe 8. pp. 127–134 **E**
3	08.00–09.00	1 h	Salle de classe	Consignation des résultats des épreuves : validité statistique résumés mensuels évaluation des réseaux	
	09.00–10.00	1 h	Salle de classe	Echantillons positifs : nécessité d'une désinfection répétition des épreuves	
	10.00–11.00	1 h	Salle de classe	Programme de contrôle : équipement et fournitures nécessaires questions de transport	**C**, pp. 50–54
	11.00–12.00	1 h	Salle de classe	Mesures correctives : liaisons entre organismes voies administratives autorité hydrologique autorité sanitaire	**A**, pp. 63–67
	13.00–17.00	4 h	Labo et terrain	Collecte sur le terrain d'échantillons de différents points du réseau de distribution et travaux de laboratoire, consignation des résultats des examens pratiqués la veille	**E**

Programmes des cours de formation aux prélèvements et à l'exécution des examens bactériologiques par la méthode de la membrane filtrante *(suite)*

Jour	Heure	Durée	Lieu	Matières enseignées	Références bibliographiques[a]
4	08.00–17.00	1 j.	Terrain et labo	Poursuite de la collecte supervisée des échantillons sur le terrain et examens en laboratoire par la technique de la membrane filtrante jusqu'à obtention d'un bon degré d'efficacité (≈ 10 échantillons et examens par élève préalablement inexpérimenté)	
5	08.00–12.00	4 h	Salle de classe	Résumé des constatations : interprétation préparation des formules de rapport questions et réponses évaluation du cours	

a Les lettres renvoient aux ouvrages suivants :
A — La présente monographie;
B — Cox (*17*);
C — Wagner & Lanoix (*28*);
D — Panezai et al. (*34*);
E — Littérature technique des fabricants concernant le matériel employé.
Le lecteur pourra aussi se reporter aux diverses publications mentionnées au chapitre 7.

COURS DE FORMATION AUX MESURES DE LUTTE CONTRE LES INTERCONNEXIONS

Stagiaires : Chefs de chantier des réseaux de distribution municipaux; techniciens de l'assainissement et inspecteurs de santé publique; monteurs sanitaires.

Durée du cours : 2 jours.

Effectif de la classe : 6 à 12 stagiaires.

Moyens matériels :

Dans un bâtiment administratif, une école, ou une station : salle de classe à condition qu'elle soit équipée de postes de travail. Pour les visites sur le terrain : réseau de distribution d'eau, implantations industrielles, puits, station de pompage, etc.

Équipement et fournitures :

Pour les démonstrations : tiges de sondage, colorants, manomètres, cartes et panneaux rotatifs, flacons à vide, vannes, réservoir d'aspiration ou pompe à vide pour la mise en évidence du siphonnage en retour.

Pour les travaux pratiques : comparateurs de chlore résiduel (1 pour 4 stagiaires).

Moyens de transport : un autobus.

Programme du cours de formation aux mesures de lutte contre les interconnexions

Jour	Heure	Durée	Lieu	Matières enseignées	Références bibliographiques[a]
1	08.00–09.00	1 h	Salle de classe	Définitions Historique et exemples Principes de l'hydraulique Pressions en retour	**A**, Annexe 5, pp. 109–116 **D**, pp. 3–8 **E**, pp. 7–10 **D**, pp. 9–18
	09.00–10.00	1 h	Salle de classe	Enquêtes sanitaires, réseaux doublés : méthodes d'élimination séparation des approvisionnements installations à coupure d'air; moyens de mesure	**A**, Annexe 5, pp. 109–116 **D**, p. 46 **D**, pp. 19, 51 **E**, p. 48
	10.00–12.00	2 h	Démonstrations en salle	Prévention des reflux et du siphonnage en retour : antivide manométrique et non manométrique dispositif antireflux à pression réduite soupape de retenue	**E**, p. 13 **D**, p. 27 **D**, p. 17, Fig. 18 **D**. p. 30
	13.00–17.00	4 h	Terrain	Visite aux secteurs de distribution des stations municipales des eaux de pompage, de stockage, etc.	
2	08.00–09.00	1 h	Salle de classe	Codes sanitaires, décrets, législation	**A**, pp. 29–31 **B**, p. 280 **D**, pp. 35–42 **E**, pp. 37–38 **D**, pp. 32–34
	09.00–11.00	2 h	Salle de classe	Organisation du programme : questions de main-d'œuvre campagnes éducatives coopération avec l'industrie réexamens de conception inspections d'usines	**C**, pp. 256–259 **C**, p. 26
	11.00–12.00	1 h	Salle de classe	Mise en vigueur	**A**, pp. 64–65
	13.00–17.00	4 h	Terrain	Visite aux installations commerciales et industrielles avec et sans sources d'eau auxiliaires	

[a] Les lettres renvoient aux ouvrages suivants :
A — La présente monographie;
B — Cox (*17*);
C — Wagner & Lanoix (*28*);
D — United States Environmental Protection Agency (*35*);
E — United Kingdom Department of the Environment (*36*).

COURS DE FORMATION À L'EXPLOITATION D'UNE STATION DE TRAITEMENT DE L'EAU

Stagiaires : Surveillants d'un service des eaux, exploitants et chimistes; techniciens de l'assainissement; ingénieurs.

Durée du cours : 5 jours.

Effectif de la classe : 10 à 20 stagiaires.

Moyens matériels :

Dans un bâtiment administratif, une école ou une station : salle de classe (de préférence équipée de postes de travail et assez grande).

Dans une station, une école ou un établissement gouvernemental : laboratoire d'analyse (chimique et bactériologique) de l'eau.

Atelier (contrôle de l'exploitation) dans une station équipée d'un laboratoire convenable.

Pour des visites sur le terrain : station de pompage, installation de captage d'alimentation d'un réseau par un puits.

Equipement et fournitures :

Pour les démonstrations : flacons, pHmètres, appareils de mesure de l'alcalinité, de la turbidité, de la demande de chlore, du taux de chlore résiduel; évaluation de la saveur, de la couleur, de l'odeur, etc.

Pour les travaux pratiques : comparateurs de chlore résiduel (1 pour 4 stagiaires).

Moyens de transport : Un autobus.

Programme des cours de formation à l'exploitation des stations de traitement

Jour	Heure	Durée	Lieu	Matières	Références bibliographiques[a]
1	08.00–09.00	1 h	Salle de classe	Protection des sources : lutte antipollution questions de bassins versants protection des puits et fontaines	**A**, Annexe 4, pp. 88–108 **B**, pp. 13–15
	09.00–10.00	1 h	Salle de classe	Questions de réservoirs : effets de stockage stratification et renversement emplacement des prises d'alimentation pousse des algues	**B**, pp. 16–23

Programme des cours de formation à l'exploitation des stations de traitement *(suite)*

Jour	Heure	Durée	Lieu	Matières	Références bibliographiques[a]
	10.00–11.00	1 h	Salle de classe	Saveur et odeur : causes traitement 1) sulfate de cuivre 2) aération 3) chloration 4) adsorption	**B**, pp. 32–59
	11.00–12.00	1 h	Salle de classe	Coagulation et floculation : coagulants chimiques floculation en flacon doses et mélange formation du floc; auxiliaires de floculation	**B**, pp. 60–89
	13.00–15.00	2 h	Salle de classe	Sédimentation : conception des bassins, durée de rétention distribution à l'entrée durée de la sédimentation déversoirs extraction des boues court-circuits	**B**, pp. 90–105
	15.00–17.00	2 h	Salle de classe	Filtres à sable lents : questions de conception régulateurs de débit vitesses de fonctionnement nettoyage	**D** **B**, pp. 106–112 **C**, pp. 187–190
				Filtres à sable rapides : questions de conception vitesses de fonctionnement lavage en retour régulation	**B**, pp. 112–142
				Filtres sous pression	**B**, pp. 142–144
2	08.00–12.00	4 h	Salle de classe	Désinfection : dosage du chlore préchloration postchloration chloration critique surchloration	**B**, pp. 150–189; **C**, pp. 197–205 **E**, p. 31
				Produits désinfectants : hypochlorateurs chlorateurs	

Programme des cours de formation à l'exploitation des stations de traitement *(suite)*

Jour	Heure	Durée	Lieu	Matières	Références bibliographiques[a]
	13.00–17.00	4 h	Terrain	Visite des captages d'eau régionaux utilisés et réalisation d'enquêtes sanitaires supervisées sur les diverses sources	**A**, Annexe 1, pp. 72–75 Annexe 4, pp.88–108 Annexe 6, pp.117–124
3	08.00–09.00	1 h	Salle de classe	Principes de la qualité de l'eau en santé publique : physiques chimiques bactériologiques biologiques	**B**, pp. 190–201 **E**
	09.00–10.00	1 h	Salle de classe	Procédures de laboratoire et d'épreuve	
	10.00–12.00	2 h	Salle de classe	Echantillonnages nécessaires : échantillons représentatifs heures de prélèvement échantillons composites matériel de prélèvement	
	13.00–17.00	4 h	Terrain	Visite d'une station de traitement d'eau de surface; enquête sanitaire supervisée de divers groupes de traitement	**A**, Annexe 4, pp. 88–108; Annexe 6, pp. 117–124
4	08.00–09.00	1 h	Salle de classe	Dossiers des stations d'eau : mesures et épreuves quotidiennes mesures et épreuves périodiques dossiers permanents requis	
	09.00–10.00	1 h	Salle de classe	Calcul des solutions et doses; arithmétique d'une station	**B**, pp. 285–288
	10.00–11.00	1 h	Salle de classe	Stockage des produits chimiques et des fournitures : précautions qu'exigent les produits chimiques matériel protecteur mesures d'urgence	
	11.00–12.00	1 h	Salle de classe	Stations de pompage et réseau de distribution : pressions nécessaires	

Programme des cours de formation à l'exploitation des stations de traitement *(suite)*

Jour	Heure	Durée	Lieu	Matières	Références bibliographiques[a]
4	13.00–17.00	4 h	Terrain	Visite aux exploitations d'eaux souterraines locales – puits, fontaines, galeries, etc.; enquête sanitaire supervisée sur les éléments du réseau	A, Annexe 4, pp. 88–108 Annexe 6, pp. 117–124
5	08.00–12.00 13.00–15.00	6 h	Labo	Démonstration et épreuves : dosage du chlore résiduel détermination de la turbidité mesure du pH dosage des goudrons aux coagulants autres tests	
	15.00–17.00	2 h	Salle de classe	Révision des questions du cours; questions et réponses évaluation du cours	

[a] Les lettres renvoient aux publications suivantes :
A — la présente monographie;
B — Cox (*17*);
C — Wagner & Lanoix (*28*);
D — Huisman & Wood (*29*);
E — United States Environmental Protection Agency (*33*).

Annexe 4

DIRECTIVES POUR LES ENQUÊTES SANITAIRES

Dans cette annexe sont examinés les éléments essentiels à étudier ou à prendre en considération dans une enquête sanitaire.

Sources

On l'a déjà dit, toute source nouvelle doit être minitieusement inspectée avant d'être adoptée pour le captage d'une eau d'alimentation. Une source peut être momentanément satisfaisante et ne présenter aucune garantie quant à sa salubrité future; des enquêtes répétées périodiquement s'imposent donc.

Eaux souterraines

En général, quand on dispose en quantité suffisante d'une eau souterraine de bonne qualité, il faut lui accorder la préférence. Plus que d'une eau de toute autre source, on peut escompter d'une eau souterraine qu'elle sera claire, incolore et de qualité bactérienne supérieure. Bien entendu, la limpidité d'une eau n'est pas nécessairement un critère de pureté bactérienne et, en fait, les antécédents de beaucoup de puits, surtout ceux des puits creusés, ouverts, sont lamentables (*37*). Étant donné que la chloration des puits, précaution souvent recommandée mais rarement appliquée, n'est guère pratiquée, leur protection sanitaire est particulièrement importante. Trois éléments sont cruciaux dans l'évaluation de la qualité sanitaire d'une eau de puits : les conditions géologiques (innocuité de la nappe aquifère), l'éloignement par rapport aux sources de pollution, et le scellement de l'ouverture contre la contamination superficielle.

Souvent surgissent des risques associés aux conditions géologiques lorsque des couches aquifères sont peu profondes et que la nappe phréatique est proche de la surface, ou lorsqu'il existe des « raccourcis » (failles ou voies dans une roche soluble comme le calcaire) par lesquels des eaux polluées peuvent atteindre le puits.

Il est difficile de définir une distance de sécurité entre un puits et une source de pollution autrement que par la formule : « distance telle qu'aucune contamination n'atteigne le puits ». Cette distance doit être maximale, compte tenu de considérations économiques, des questions de propriété, de géologie et de topograhie : à titre indicatif on suggère sou-

vent un minimum de 10 m. Le puits doit être situé sur une éminence par rapport aux sources de contamination environnantes et protégé contre les eaux d'inondation.

Le troisième danger courant, celui d'une contamination par des eaux de surface, est en grande partie évitable : il faut prendre, lors de la construction, des précautions telles, par exemple, que celles qui ont été indiquées par Wagner & Lanoix (*28*) ou par Rajagopalan & Shiffman (*30*). Ces précautions comportent : la construction d'une plate-forme à joints scellés et d'un abri (*30*); l'extension du cuvelage, vers le haut jusqu'à 15 cm au moins au-dessus du plancher de l'abri, et vers le bas à travers la strate imperméable jusqu'au niveau supérieur de la couche aquifère; l'aménagement d'une ventilation convenable; la réalisation de connexions de pompe étanches; la pose de serrures à l'accès du puits et du logement des pompes et, finalement, la désinfection des installations nouvelles.

Eaux de surface

Pour ce qui est des eaux de surface, une enquête sanitaire et l'analyse d'échantillons d'eau brute en laboratoire indiquent si la source convient et quel est le degré de traitement souhaitable. Les analyses doivent de préférence comporter des numérations des coliformes, la détermination de la turbidité, de la couleur et de l'odeur ainsi que le dosage des constituants simplement indésirables et surtout des substances toxiques telles qu'elles sont indiquées dans les *Normes internationales pour l'eau de boisson* (*10*).

Tout bassin versant utilisé pour fournir de l'eau qui ne sera pas traitée doit être peu peuplé, dépourvu de source de pollution, généralement situé dans la zone ou à proximité de la zone de pluviosité ou de fonte des neiges, et donner régulièrement de l'eau propre, claire. L'utilisation de ce bassin doit relever du service d'approvisionnement en eau et le personnel du service des eaux doit effectuer des inspections régulières et fréquentes. Même si les échantillons provenant de telles sources sont certifiés « salubres », l'eau admise dans le réseau de distribution doit être chlorée afin de maintenir une protection de chlore résiduel dans le réseau capable de parer à toute contamination sporadique éventuelle de la source.

Le personnel du service des eaux ne doit jamais adopter l'attitude qui consiste à considérer que puisque l'eau sera traitée ou désinfectée, il peut se dispenser de maintenir la meilleure qualité posssible de l'eau brute au point de captage. Aussi complète, aussi bien gérée que soit une station de traitement, on ne peut pas escompter qu'elle fonctionnera en tout temps à la perfection; le choix d'une eau brute aussi pure que possible

doit donc être obligatoirement considéré comme une condition préalable qui s'impose avant le traitement. Tel est particulièrement le cas des captages aménagés sur des gros cours d'eau ou sous des plans d'eau de grande étendue. Le captage doit être réalisé loin en amont de tout déversement d'égout.

La situation et la profondeur du point de pénétration de l'eau dans le réseau peuvent influencer considérablement la qualité de l'eau. L'aspiration doit se faire assez profondément pour éviter l'entraînement de matières flottantes. Dans un cas, lors d'une épidémie de choléra, on a vu des cadavres flottants de victimes de la maladie pénétrer dans une bouche de captage située en aval de l'agglomération. Mais inversement, par une bouche située trop profondément on risque d'aspirer de la vase et des sédiments qui, bien que non infectieux, peuvent nuire au fonctionnement des pompes et des filtres. Si le point d'aspiration ne peut pas être disposé suffisamment à l'écart du courant principal, on peut parfois aménager une dérivation en construisant une paroi faisant éperon, au moyen de sacs de sable superposés. Il convient aussi de penser à un autre risque : la possibilité de contre-courants. Lors d'une poussée d'hépatite infectieuse en 1955 (*38*), une paroi de dérivation érigée pour augmenter la profondeur de la masse d'eau disponible a entraîné la formation en amont d'un remous à la suite duquel le captage d'un service des eaux recevait l'effluent d'un égout qui se déchargeait à quelque distance en aval.

Dans les cas où le risque est apparent mais inévitable, on peut installer des micro-crépines ou des filtres de dégrossissage faits de gros sable, à titre de précaution avant le traitement, ou bien encore remplacer la bouche de prélèvement par une galerie d'infiltration riveraine. Une autre possibilité est encore offerte, celle de construire un réservoir d'eau brute dont la contenance corresponde à plusieurs jours d'approvisionnement; il s'y produira une présédimentation et, vraisemblablement, une décimation des bactéries. [a] On peut ainsi parfois non seulement améliorer la qualité de l'eau brute mais encore, en réduisant la charge imposée à la station de traitement et en stabilisant la qualité de l'eau à traiter, augmenter la capacité de traitement d'une station.

Traitement

La majorité des eaux de surface doivent être filtrées, mais la filtration est souvent précédée d'un stockage, d'une coagulation et d'une sédimentation ou d'autres processus qui, tout en effectuant une certaine purification, offrent l'avantage de préparer l'eau et d'améliorer ainsi l'efficacité du stade suivant : la filtration. Celle-ci doit être suivie d'une désinfec-

[a] On a parfois besoin de dispositifs éliminateurs des sédiments lorsque les eaux brutes sont très troubles; de plus, dans certains cas, il faut faire échec aux algues.

tion, pour laquelle on utilise le plus souvent le chlore. Dans une station bien conçue et bien exploitée, la désinfection représente la dernière ligne de défense contre les bactéries véhiculées par l'eau. Le but doit être de produire de l'eau propre, limpide, à la sortie du filtre et ensuite d'ajouter assez de chlore pour assurer la pureté bactériologique et la présence d'un excédent protecteur (chlore résiduel) dans le réseau de distribution. Ces possibilités sont résumées par l'organigramme de la figure 1.

Le chlore complexé est mortel pour les bactéries bien plus lentement que le chlore libre; aussi est-il souhaitable de traiter l'eau de manière à assurer la persistance d'un résidu de chlore libre pendant une durée de contact de 1 h au moins pour tuer bactéries et virus. Si la teneur en matières organiques de l'eau brute non traitée est trop élevée, une pré-chloration s'impose. La post-chloration peut même être également nécessaire pour faire en sorte que la concentration de chlore résiduel libre soit certainement suffisante.

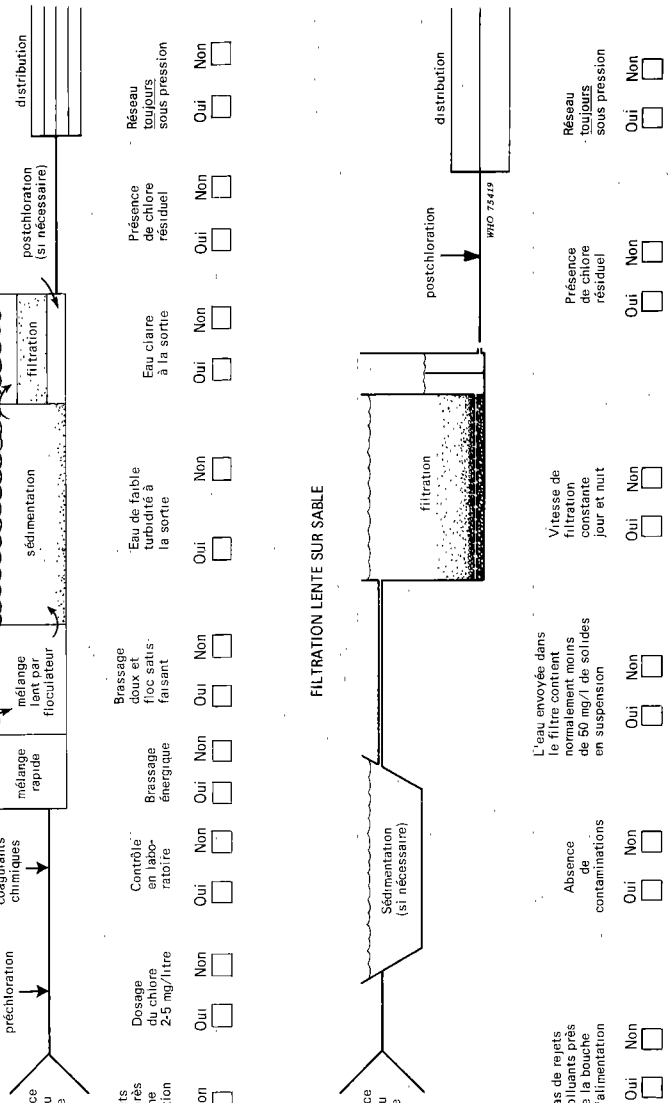
Beaucoup de petites installations ne sont (ou ne seront) pas en mesure de faire des analyses bactériologiques, mais toutes doivent pouvoir doser le chlore libre. Dans les petits réseaux qui sont traités par chloration, ce dosage représente à lui seul la méthode de surveillance la plus importante dans la station de traitement.

L'enquêteur doit donc faire rapport sur les points suivants : Pratique-t-on la chloration? L'équipement est-il convenable? Est-il sûr? Dispose-t-on d'un équipement de secours utilisable en cas de panne? Les réserves de chlore sont-elles maintenues à un niveau satisfaisant? La chloration est-elle efficace? Le personnel de la station tient-il des registres adéquats et entretient-il convenablement les appareils de dosage du chlore? Les exploitants de la station sont-ils qualifiés?

Le fonctionnement et le contrôle des filtres à sable rapides est décrit par le menu dans la monographie n° 49 de l'OMS *Techniques et contrôle du traitement des eaux* (*17*). Le fonctionnement des filtres doit être vérifié par des mesures de la turbidité et de la couleur ainsi que par des analyses bactériologiques de l'eau. L'objectif doit être de produire une eau dont la turbidité ne dépasse pas 0,5 JTu. Dans les stations bien gérées, la turbidité n'excède pas normalement 1,0 unité Jackson (JTu); lorsqu'elle dépasse 5 JTu elle est décelable par les consommateurs.

Le fonctionnement et l'utilisation des *filtres à sable lents* sont simples; leur exploitation n'exige qu'une main-d'œuvre relativement peu qualifiée; ils sont généralement fiables quant à la qualité du filtrat, fournissent de l'eau conforme aux normes pour l'eau de boisson (sous réserve que la qualité de l'eau brute soit raisonnablement bonne) et leur installation ne demande aucun équipement mécanique d'importation. L'usage de la filtration lente sur sable a été préconisée pour les pays en voie de développement, surtout pour les petites installations à nettoyage manuel où l'eau n'est parfois soumise à aucun autre traitement. Huis-

Fig. 1. Liste pour le contrôle des stations de traitement d'eaux superficielles [a]



[a] D'après Rajagopalan & Shiffman (*30*).

man & Wood donnent des directives détaillées concernant l'exploitation et l'inspection des filtres à sable lents dans un ouvrage publié par l'OMS (*29*).

En tant que moyen de traitement biologique, les filtres à sable lents doivent absolument être utilisés avec soin. Toute variation brusque du débit ou de la qualité de l'eau brute risque d'être nuisible. Aussi est-il parfois nécessaire de stocker l'eau non seulement avant, mais aussi après la filtration.

Une bonne tenue à jour des dossiers est indispensable à la surveillance du fonctionnement d'un filtre à sable lent. L'historique de chaque filtre doit être noté au jour le jour. Doivent être enregistrés au minimum les points suivants :

a) la date du dernier nettoyage;

b) la date et l'heure du retour à un service intégral (c'est-à-dire la fin de la période de maturation);

c) les niveaux de l'eau brute et de l'eau filtrée (mesurés chaque jour à la même heure) et la perte de charge quotidienne;

d) la vitesse de filtration et ses variations horaires, le cas échéant;

e) la qualité de l'eau brute, y compris : la température, le turbidité, la couleur et la numération bactérienne (dans les petites stations dépourvues de laboratoire, il arrive que l'analyse bactériologique ne soit pas praticable; il importe alors d'autant plus que soient mesurée la turbidité et dosé le chlore résiduel sur des échantillons d'eau finale prélevés quotidiennement à la même heure);

f) les mêmes paramètres de qualité pour l'eau filtrée; et

g) tous les incidents qui ont pu survenir et pourraient avoir affecté le fonctionnement de la station : pousse de plancton, apparition d'anomalies de la membrane filtrante (film biologique ou « Schmutzdecke »), vent, pluie, etc.

L'enquêteur sanitaire doit inspecter les divers processus et opérations afin de s'assurer qu'ils se déroulent de manière satisfaisante, par exemple que l'équipement mécanique tels que les mélangeurs rapides et les floculateurs fonctionnent, que tous les appareils d'alimentation et de mesure des produits chimiques sont en parfait état de marche et bien entretenus, que les réserves de substances chimiques sont adéquates, que les particules de floc ne sont pas désagrégées avant de sédimenter et qu'elles ne sont pas entraînées vers le haut de la colonne de dépôt du floc et de là dans les déversoirs et sur les filtres. Les processus de préfiltration sont également importants pour la protection de la santé car : *a*) ils éliminent directement des agents pathogènes : bactéries, cercaires, kystes et spores par exemple; *b*) ils augmentent l'efficacité de la filtration et de la chloration; *c*) ils assurent partiellement une « défense en profondeur » en cas de défaillance d'un autre processus. L'enquêteur doit tout particulièrement s'assurer qu'aucun processus n'est court-circuité.

Distribution

Bien des cas d'inobservation des normes bactériologiques sont directement imputables à la médiocrité des méthodes d'exploitation et de maintenance des réseaux de distribution ou encore à la présence de défectuosités sanitaires dans le réseau. Quelques-unes des causes qui contribuent à la médiocrité de la qualité bactériologique de l'eau sont :

a) une insuffisance du traitement de l'eau à la station productrice;
b) la présence d'interconnexions;
c) une insuffisance de protection des moyens de stockage servant à l'alimentation du réseau de distribution;
d) une mauvaise désinfection des conduites maîtresses et des solutions de continuité dans le maintien du taux de chlore résiduel à l'intérieur du réseau;
e) des défectuosités dans la construction ou la réparation des conduites maîtresses;
f) la présence d'égouts à proximité des conduites d'eau maîtresses;
g) des défectuosités de construction ou un défaut d'entretien, ou encore un mauvais choix de l'emplacement des valves de sécurité, des soupapes de vide et d'évent;
h) la survenue de baisses de pression ou même de contre-courants, et l'intermittence, voire l'interruption, du débit dans le réseau de distribution;
i) l'usage de pratiques incorrectes d'installations sanitaires par les consommateurs (connexion directe de pompes d'appoint, par exemple);
j) les fuites, surtout lorsqu'il y a concomitance de faibles pressions;
k) l'existence de canalisations borgnes;
l) les défectuosités dans les bouches d'eau; et
m) des défauts de la maintenance.

Dans le réseau de distribution d'un service des eaux les possibilités de dégradation de la qualité de l'eau sont multiples. Il peut arriver que la durée de rétention de l'eau dans les canalisations soit très longue et qu'il existe des failles par où puissent pénétrer dans le réseau des matières polluantes : points de fuites, robinets de service, purgeurs et valves de sécurité, interconnexions, etc. Pour être complète, la liste des mesures de protection doit indiquer : *a*) les dispositions correctes à prendre pour poser, réparer et laver par chasse une conduite maîtresse; *b*) la nécessité du maintien d'un taux de chlore résiduel suffisant lors de la remise en service d'une conduite maîtresse; et *c*) la distance de séparation nécessaire entre les conduites d'eau et les canalisations d'égout. La qualité de l'eau peut pâtir des défectuosités de construction ou de pose des purgeurs et des soupapes de sécurité, de l'installation de vannes dans des cuvettes sujettes à des inondations ou en d'autres points exposés à être

recouverts par des eaux usées ou de médiocre qualité. Les conduites borgnes sont à éviter.

Le réseau doit être conçu pour fournir des quantités adéquates d'eau sous bonne pression et doit être exploité de manière à éviter l'apparition de conditions génératrices de contre-courants. Les mesures à prendre pour prévenir tout changement de sens de la pression sont les suivantes : *a*) dans les plans d'exploitation, réduire au strict minimum la fréquence des interruptions de service; *b*) prévoir une capacité d'approvisionnement suffisante; *c*) remplacer les tuyauteries dont le diamètre est trop faible; *d*) choisir et disposer les pompes d'appoint correctement de manière à éviter toute survenue d'une charge négative dans les tuyauteries sujettes à des conditions d'aspiration. La continuité du service et le maintien d'une pression convenable dans la totalité de tout réseau d'approvisionnement public en eau sont indispensables pour prévenir le siphonnage en retour.

Contrairement à la source d'eau et aux installations de traitement et de stockage, le réseau de distribution est en grande partie souterrain et, par conséquent, inaccessible pour un examen direct. Donc, quand il s'agit d'une enquête sanitaire, la tenue et l'examen des registres de ce réseau sont particulièrement importants. En ce qui concerne le taux de chlore résiduel et les examens bactériologiques, il faut inspecter minutieusement les résultats des analyses et les points de prélèvement des échantillons. L'échantillonnage doit porter plus spécialement sur les zones « franges » et sur les canalisations borgnes du réseau. Une autre série de dossiers se révèle utile, lorsqu'elle est disponible, celle qui porte sur la comparaison entre l'eau traitée pompée et l'eau distribuée aux consommateurs. Lorsque les pertes excèdent 10 % environ et, obligatoirement, quand elles atteignent 30 %, les fuites doivent être recherchées et des mesures prises pour y remédier. Il faut aussi examiner les dossiers des pressions dans le réseau, s'il en est tenu. L'existence d'une faible pression risque de créer des courants de pénétration d'eau polluée dans les canalisations, par les points de fuite, ainsi que des phénomènes de siphonnage en retour par des fuites ou par des connexions défectueuses.

Détection des fuites : Un inspecteur compétent muni d'une sonde est capable de localiser une fuite dans 80 % des cas (*39*). Les conditions qui peuvent directement ou indirectement conduire à la localisation d'une fuite sont :

a) la connaissance que d'autres lignes de service croisent la conduite maîtresse;

b) l'existence d'excavations récentes pour les besoins d'autres services;

c) la décoloration de parois ou de bâtisses;

d la croissance de mousses sur des parois;

e) l'observation d'inégalités et d'une décoloration à la surface des voies de circulation;

f) l'inégalité des revêtements des voies de circulation;

g) l'interruption récente de l'approvisionnement en eau d'anciens services;

h) les comptes rendus d'utilisation récente de prises d'eau par des entrepreneurs, des brigades de pompiers, etc.;

i) l'interruption de l'approvisionnement ou une réduction de pression dans des locaux voisins;

j) l'apparition de bruits dans des installations de distribution, les conduites maîtresses ou des appareils sanitaires domestiques;

k) la présence d'eau de surface;

l) la pousse de végétation;

m) la fonte de neige ou de givre;

n) une réduction anormale du taux de chlore résiduel;

o) la formulation par les consommateurs de doléances quant au manque de propreté de l'eau.

Le mieux est de consacrer le temps dont on dispose à commencer par localiser les fuites les plus importantes et les plus gênantes. Il faut rechercher minutieusement les points de fuite d'abord sur les portions du réseau où l'on a constaté le taux de fuites le plus élevé.

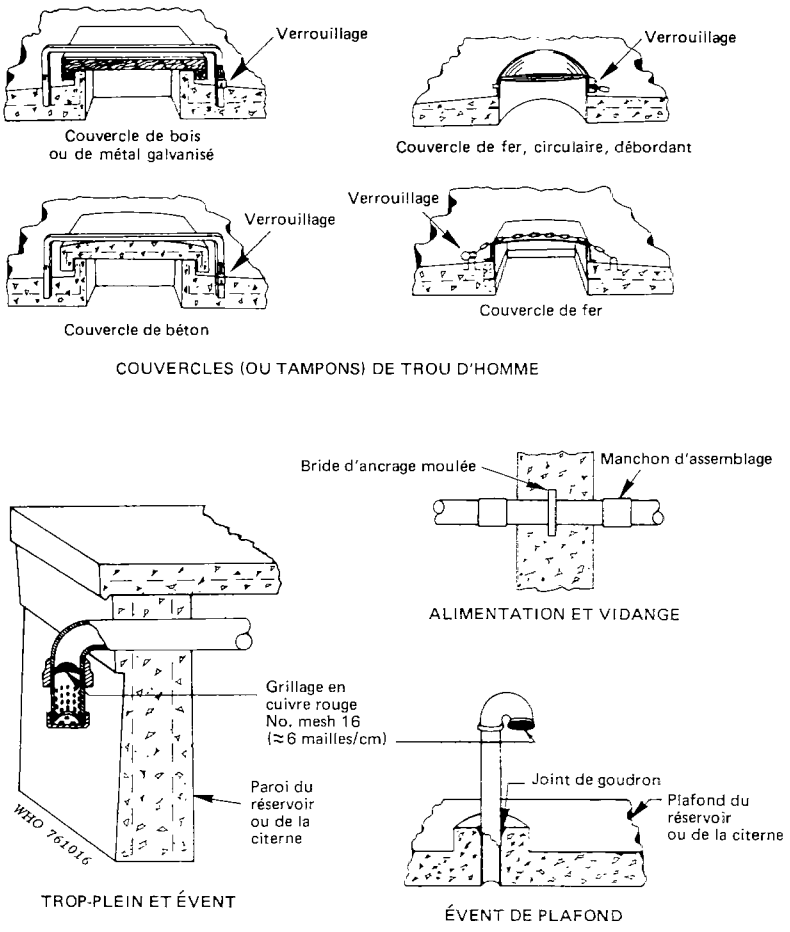
Lorsque la zone ou la ligne qui présente des fuites est connue, utiliser un localisateur de canalisation pour déterminer l'emplacement exact du tuyau; une barre d'écoute appliquée directement sur le tuyau ou à la surface du sol juste au-dessus d'un tuyau transmet très bien les sons à l'oreille. Il existe bien des amplificateurs de son: stéthoscopes ou autres appareils, mais rien ne prouve que les localisateurs de canalisation ou les amplificateurs de son soient supérieurs à une barre d'écoute quand il s'agit de déceler le son d'une fuite parmi d'autres bruits; leur seul avantage tient à l'amplitude du bruit perçu. En Inde, le Central Public Health Engineering Research Institute a publié un vaste et utile sommaire de la détection des fuites dans le pays (*39*). [a]

Stockage de l'eau «finie», c'est-à-dire prête à l'emploi

Les réservoirs d'eau «finie» (réservoir de service) doivent être implantés au-dessus des niveaux des eaux souterraines probables et bien dégagés tant des écoulements superficiels que des drainages souterrains. Il faut prévoir leur protection contre toutes les conditions anti-hygiéniques qui pourraient résulter de leur situation, des niveaux, des courants et de la qualité des eaux souterraines, de la nature du sol, des possibilités de pollution par des eaux d'égout et de recouvrement par des eaux d'inondation. Il convient d'éviter de les situer dans des ravins ou dans

[a] Cet établissement s'appelle maintenant le National Environmental Engineering Research Institute.

Fig. 2. Diverses possibilités d'évent et de couvercle pour les trous-d'homme dans les installations d'approvisionnement en eau [a]



des zones concaves sujettes à des inondations périodiques. Il est de bonne pratique que les égouts situés à moins de 15 m de rayon d'un réservoir de stockage dont le niveau du fond est inférieur à la surface du sol soit solidement construit et muni de bons joints, parfaitement étanches et éprouvés. Aucun égout ne doit être situé à moins de 3 m d'un réservoir.

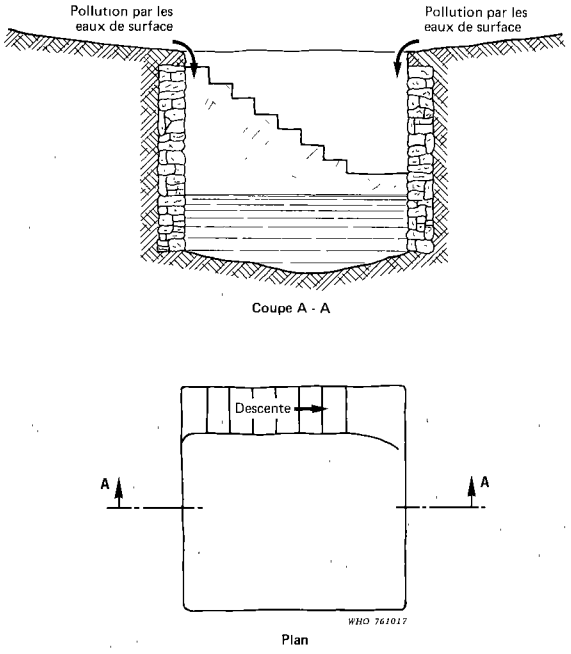
La surface du sol au-dessus du réservoir doit être inclinée de manière à drainer l'eau de surface et à l'éloigner du réservoir de manière à éviter toute accumulation d'eau superficielle aux alentours de celui-ci. Tous les

réservoirs de service doivent être entourés d'un mur ou d'une clôture et leur accès doit être strictement interdit au public.

Tout tube de trop-plein, de sûreté ou de vidange d'un réservoir de stockage doit se déverser librement dans un bassin ouvert, d'un point situé à une distance minimale de 3 fois le diamètre du tube de décharge, au-dessus de la ligne de trop-plein du bassin ouvert. L'ouverture de tous les tubes de trop-plein, de sécurité, de vidange ou d'évent doit être orientée vers le bas pour éviter la pénétration de la pluie; elle doit être protégée par un écran amovible à mailles fines contre les oiseaux, les chauves-souris, les rongeurs, les insectes et tout matériel contaminant. Tous les tubes d'amenée et d'évacuation des réservoirs de stockage doivent être convenablement étayés et construits de manière à minimiser les effets de la sédimentation; il faut aussi aménager des supports métalliques scellés dans les murs, avec des colliers convenables de manière à assurer l'étanchéité des connexions.

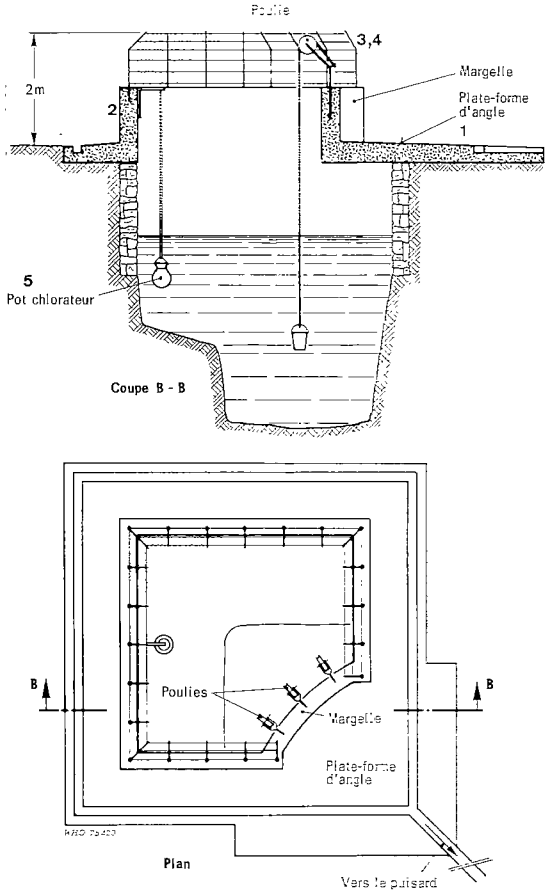
Tout réservoir, toute cuve surélevée ou autre structure utilisés pour stocker l'eau «finie» doivent être dotés d'une toiture (ou d'un couvercle) convenable et solide, qui doit être étanche à l'eau, faite de matériaux durables, munie de poignées et d'un cadenassage; elle doit être conçue de manière à faciliter l'écoulement et à éviter la contamination de l'eau

Fig. 3. Puits à escalier insalubre [a]



[a] D'après Rajagopalan & Shiffman (*30*).

Fig. 4. Puits à escalier amélioré [a]



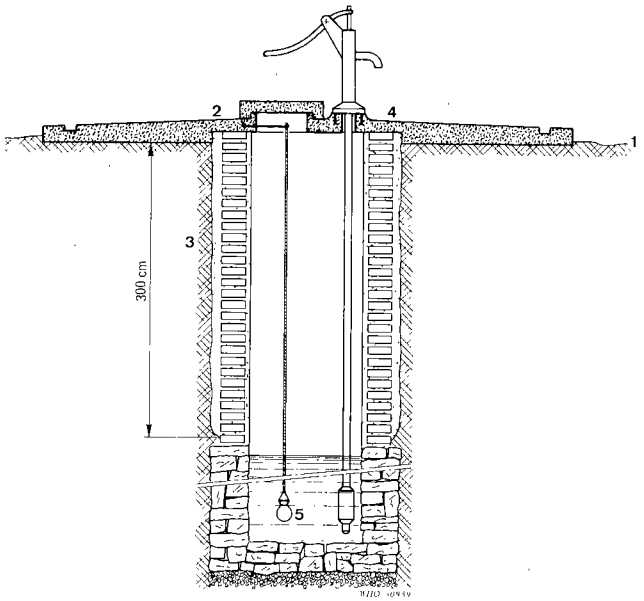
Liste de contrôle

1. Y a-t-il une aire imperméable qui exclut toute pénétration des eaux de surface?
2. Y a-t-il une margelle qui empêche les usagers de descendre dans le puits?
3. Le puits à escalier est-il converti en un puits exploité au moyen d'une poulie (ou d'un treuil) et d'une corde avec un seau, d'une chaîne à godets ou d'une pompe?
4. Les cordes et seaux sont-ils installés à poste fixe?
5. L'eau du puits est-elle chlorée?

stockée. Les tampons de fermeture des trous d'homme doivent être pourvus d'un verrouillage robuste et gardés sous clé, sauf, évidemment, en période d'utilisation. La figure 2 représente diverses possibilités d'évents et de tampons pour l'équipement des réservoirs.

Les réservoirs et cuves surélevés du réseau de distribution doivent être désinfectés avant leur mise en service, ou leur remise en service après d'importantes réparations ou un nettoyage. Il faut établir un calendrier de maintenance et d'inspection régulières.

Fig. 5. Puits creusé muni d'une pompe [a]



Liste de contrôle

1. La zone périphérique est-elle exempte de déchets liquides et de latrines?
2. Y a-t-il une aire imperméable qui exclut toute pénétration des eaux de surface?
3. Les flancs du puits ont-ils été rendus étanches à l'eau jusqu'à 3 m de profondeur?
4. Le tube d'extraction qui alimente la pompe est-il scellé dans la plate-forme au point où il en émerge?
5. L'eau du puits est-elle chlorée?

[a] D'après Rajagopalan & Shiffman (*30*).

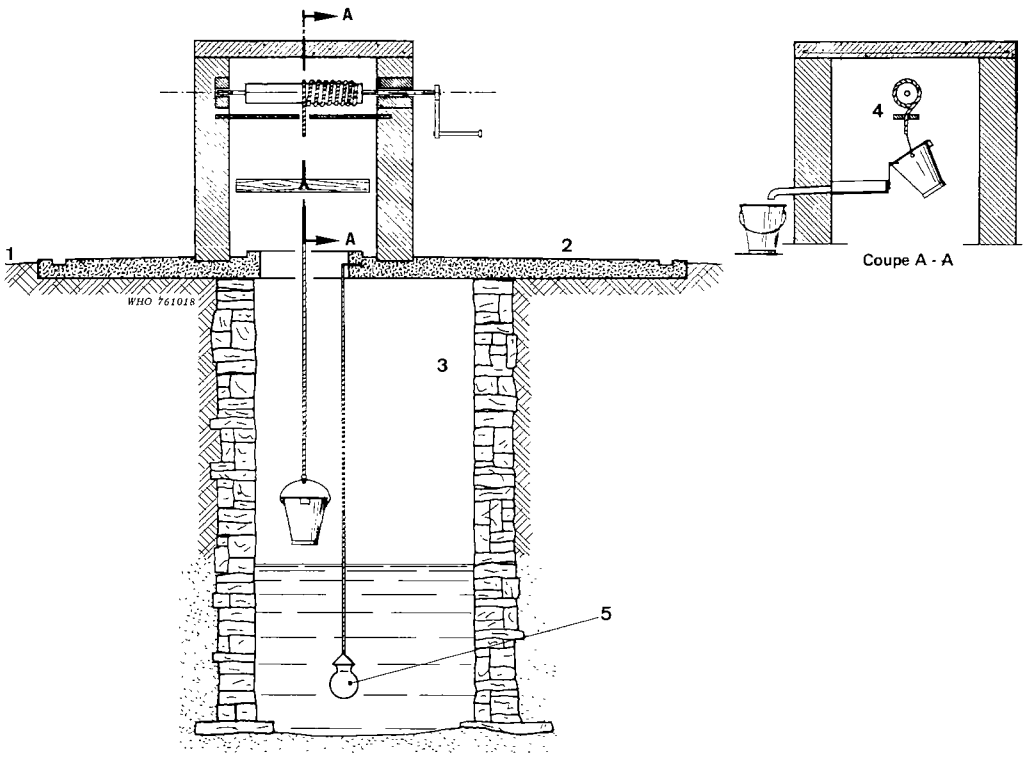
Approvisionnements en milieu rural

En raison de leur multiplicité, la plupart des réseaux d'approvisionnement en milieu rural, qu'il s'agisse de villages ou de points isolés, font généralement, le cas échéant, l'objet d'enquêtes confiées à des techniciens auxiliaires de l'assainissement. Les problèmes que pose la qualité de l'eau dans ces réseaux remontent souvent 1) à la médiocrité du choix de la situation ou de la source; ou 2) à des défectuosités de construction. Les figures 3-11 donnent des indications concernant la surveillance, par les techniciens auxiliaires de l'assainissement, des approvisionnements en eau en milieu rural (*30*).

Défauts d'hygiène les plus communs

Ci-dessous sont énumérés quelques-uns des défauts d'hygiène qui sont les plus fréquents dans les approvisionnements en eau et qu'il est

Fig. 6. Puits creusé muni d'un treuil [a]



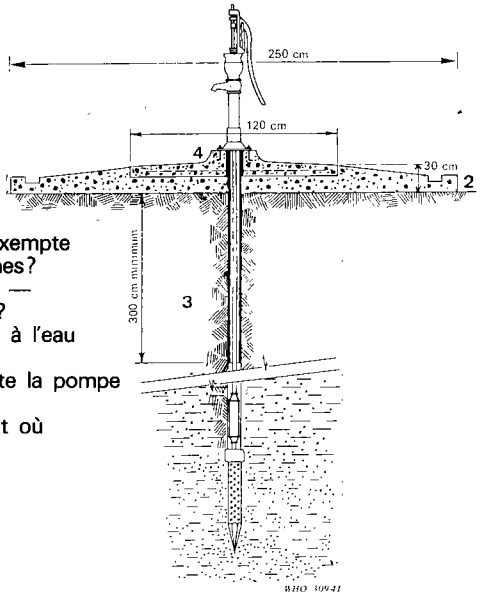
Liste de contrôle

1. La zone périphérique est-elle exempte de déchets liquides et de latrines?
2. Y a-t-il une aire imperméable qui exclut toute pénétration des eaux de surface?
3. Les flancs du puits ont-ils été rendus étanches à l'eau jusqu'à 3 m de profondeur?
4. La corde et le seau sont-ils hors de portée des usagers?
5. L'eau du puits est-elle chlorée?

[a] D'après Rajagopalan & Shiffman (*30*).

facile d'identifier et d'éviter. Il est prouvé que chacun d'eux s'est trouvé un jour ou l'autre à l'origine d'une contamination de l'eau et, par conséquent, que, de toute évidence sa détection dans les approvisionnements en eau suspects doit faire l'objet de recherches minutieuses. Les listes établies pourraient être considérablement allongées; elles ne sont ni complètes, ni universellement valables. Les exemples cités illustrent deux points, à savoir : *a*) que dans toute nouvelle installation, des possibilités de contamination sont à prévoir et à éviter au stade de la conception, par un choix convenable de la source et de saines pratiques de planification; *b*) que les installations et les pratiques d'exploitation doivent faire l'objet d'enquêtes périodiques visant à déceler les risques de danger pour la santé et à y remédier (cf. également les références bibliographiques *17, 27, 32, 33* et *40*).

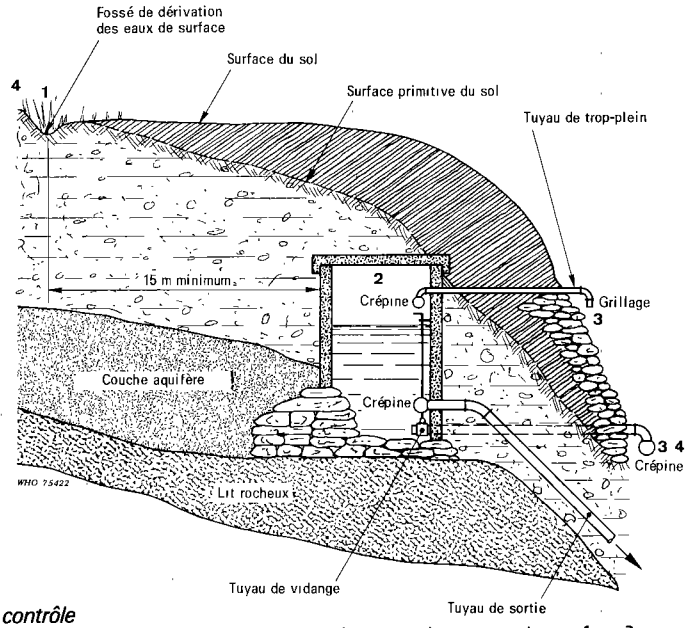
Fig. 7. Puits tubulaire [a]



1. La zone périphérique est-elle exempte de déchets liquides et de latrines?
2. Y a-t-il une aire imperméable? — Est-elle pourvue d'un drainage?
3. La tube du puits est-il étanche à l'eau jusqu'à 3 m de profondeur?
4. Le tube d'aspiration qui alimente la pompe est-il scellé à la plate forme au point où il en émerge?

[a] D'après Rajagopalan & Shiffman (*30*).

Fig. 8. Source protégée [a]

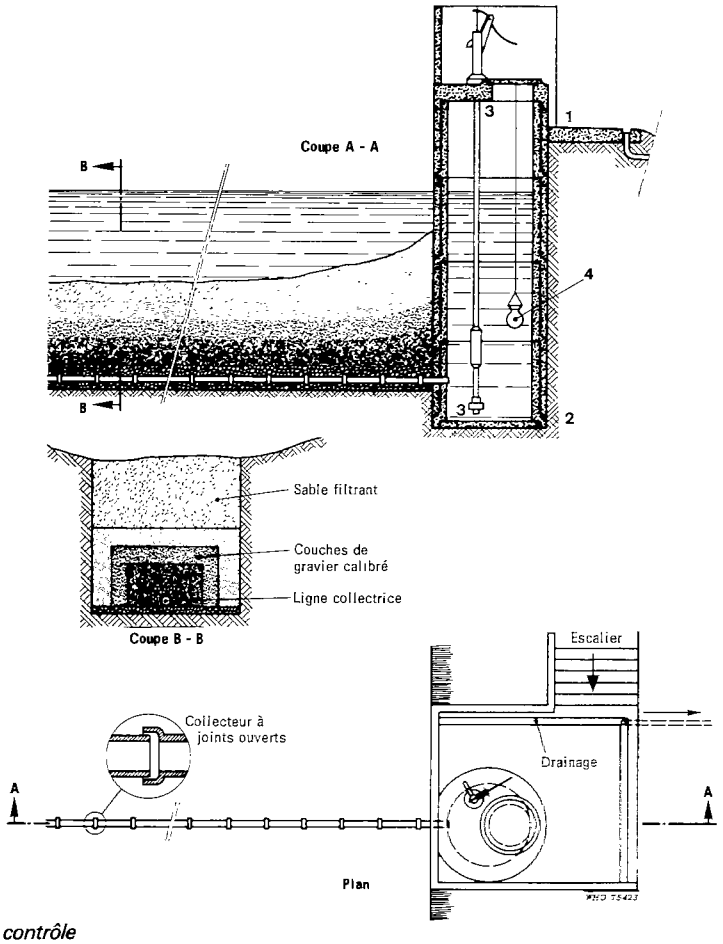


Liste de contrôle

1. Y a-t-il un fossé de dérivation pour détourner les eaux de surface?
2. La chambre de captage est-elle inaccessible aux usagers de la source?
3. A-t-on prévu un drainage sous les tubes de sortie?
4. La source est-elle protégée des animaux par une clôture?

[a] D'après Rajagopalan & Shiffman (*30*).

Fig. 9. Galerie d'infiltration sous un étang [a]



Liste de contrôle

1. Le puits collecteur émerge-t-il de 1 m au-dessus du sol?
2. Les parois du puits collecteur sont-elles étanches de bout en bout?
3. Les tuyaux d'entrée et de sortie sont-ils parfaitement scellés en place?

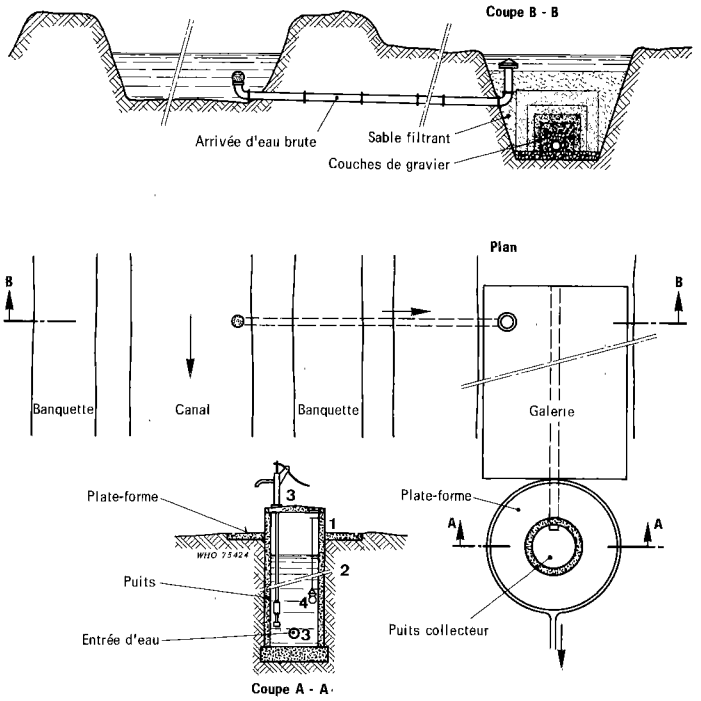
[a] D'après Rajagopalan & Shiffman (*30*).

Sources d'eau souterraine :

1) grottes, avens, puits forés abandonnés et servant au drainage des eaux de surface ou au rejet d'eaux usées à proximité de la source; fissures ou véritables failles dans les couches surmontant des formations aquifères;

2) fuites du cuvelage de puits tubulaires ou insuffisance de l'extension de ce cuvelage, en profondeur ou en hauteur au-dessus du sol; défaut d'extension de la dalle de la salle de pompage ou absence d'obtu-

Fig. 10. Galerie d'infiltration alimentée par un canal[a]



Liste de contrôle

1. Le puits collecteur émerge-t-il de 1 m au-dessus du sol?
2. Le puits collecteur est-il étanche à l'eau de bout en bout?
3. Les tubes d'entrée et de sortie sont-ils parfaitement scellés en place?
4. L'eau est-elle chlorée?

[a] D'après Rajagopalan & Shiffman (*30*).

ration supérieure ou encore utilisation indue du cuvelage comme tube d'aspiration;

3) puits ou réservoir de collecte sujet à la contamination par un contre-courant d'eau polluée, soit à cause d'un mauvais drainage, soit par pénétration d'une eau de drainage superficielle; absence de toiture; mauvaise conception des trous d'homme, des évents, etc., n'excluant pas toute possibilité de contamination;

4) sources d'approvisionnement ou de structures voisines sujettes à des inondations;

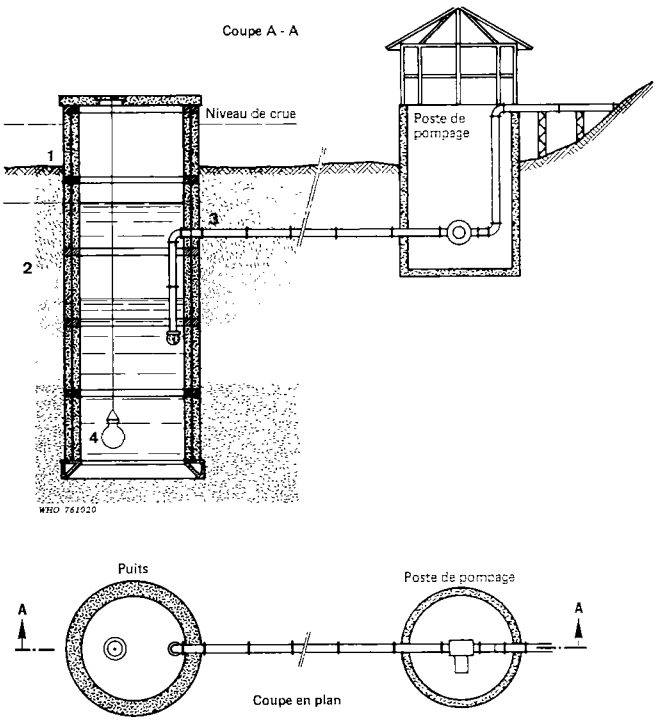
5) utilisation de tuyaux d'argile cuite ou d'autres conduites perméables en des lieux où l'eau souterraine risque d'être contaminée;

6) fuites de canalisations où la pression est réduite;

7) ligne(s) d'aspiration interconnectée(s) à un égout ou à un approvisionnement d'eau secondaire;

8) existence de puits à proximité d'égouts, de latrines, de fosses

Fig. 11. Puits d'infiltration dans le lit d'un cours d'eau et poste de pompage[a]



Liste de contrôle

1. Le puits d'infiltration émerge-t-il de 1 m au-dessus du sol?
2. Les flancs du puits sont-ils étanches à l'eau de bout en bout?
3. Le tube de sortie est-il parfaitement scellé en place?
4. L'eau est-elle chlorée?

[a] D'après Rajagopalan & Shiffman (*30*).

d'aisance, de fosses septiques, de réseaux souterrains de drains ou tubes de terre cuite, de basses-cours, de puits perdus, ou de toute autre source de contamination;

9) margelles de puits, cuvelages, pompes, machineries de pompage, tubes d'aspiration exposés ou boîtes à clapet connectées à des tubes d'aspiration aménagés à l'intérieur de fosses dont le fond se trouve au-dessous du niveau du sol;

10) omission de désinfecter les puits ou fontaines nouvellement mis en exploitation;

11) carence en matière d'installations sanitaires à l'usage de la main-d'œuvre affectée aux travaux de construction;

12) pompe dénuée de dispositif d'auto-amorçage; utilisation d'eau insalubre pour l'amorçage.

Sources et traitement des eaux de surface :

1) excès de pollution de l'eau brute eu égard au degré de traitement assuré;

2) existence de sources de pollution incontrôlées ou non identifiées, par exemple : présence d'une population humaine dans un bassin versant, abattage d'arbres, chasse, pâturage, etc.; lixiviation de fosses d'aisance ou d'égouts et déversements consécutifs soit dans des cours d'eau ou dans des lacs du bassin versant, soit dans des terres marginales; épandage accidentel et écoulement d'herbicides, de pesticides et d'autres produits chimiques agricoles;

3) absence de réglementation touchant l'utilisation récréative des cours d'eau et réservoirs dans des terres marginales du bassin versant local;

4) insuffisance des installations sanitaires et de la lutte contre la contamination en ce qui concerne les réservoirs utilisés à des fins récréatives;

5) fâcheuse situation des bouches de captage par rapport au fond du réservoir et au courant ou par rapport aux entrées des eaux de surface;

6) exposition (ou possibilité d'accès pour les contrevenants) des bouches de captage;

7) mauvaise situation de la station de traitement de l'eau ou insuffisance de sa protection contre les eaux d'inondation;

8) manque de compétence dans la supervision et dans l'exploitation; déficiences dans la maintenance ou carence de contrôle de laboratoire;

9) absence d'équipement permettant une bonne chloration; déficience ou défaut de fiabilité du matériel de chloration et manque de contrôle; solution de continuité du taux de chlore résiduel dans les eaux traitées;

10) manque de dispositifs convenables pour mesurer et enregistrer les volumes d'eau traitée et pour assurer la continuité des doses de coagulant et de chlore; insuffisance des périodes de rétention dans les bassins de sédimentation; ou défauts de filtration et insuffisance de la capacité de résistance aux remous;

11) existence d'interconnexions, de court-circuits ou, dans la station, de parois de béton communes, par exemple, entre des canalisations ou des bassins où passe de l'eau brute ou incomplètement traitée et d'autres qui ne reçoivent que de l'eau «finie»;

12) connexions de court-circuit d'eau brute ou incomplètement traitée, permettant son déversement dans le réseau de distribution;

13) manque de capacité de réserve dans les installations de traitement, d'où la nécessité d'une surcharge ou d'un court-circuitage occasionnels des éléments de traitement;

14) absence de latrines hygiéniques et d'équipement sanitaire pour les ablutions du personnel du service des eaux;

15) contamination par des employés infectés ou par des visiteurs contrevenants;

16) mauvaises dispositions concernant le lavage et le drainage des planchers, réservoirs, aires de travail, etc.;

17) manque de protection valable de l'eau purifiée; capacité de stockage inférieure à la capacité de sécurité requise.

Distribution :

1) intermittence du service, qui engendre une réduction voire même un renversement de la pression dans le réseau de distribution; insuffisance de la taille des conduites maîtresses et secondaires, d'où possibilités de changement de sens de la pression; présence de tuyaux borgnes permettant une réduction ou un renversement de sens de la pression; manque de dispositions visant à assurer la continuité du pompage de service dans toutes les conditions;

2) repompage sur les installations privées quand la pression est faible, d'où création d'un renversement de pression;

3) existence d'interconnexions entre l'approvisionnement principal et un approvisionnement secondaire de sécurité douteuse (cf. annexe 5);

4) existence, sur des lieux dotés d'un réseau public, d'un réseau secondaire d'eau non potable en l'absence d'une réglementation adéquate assortie de procédures d'application pour prévenir la formation d'interconnexions;

5) défaut ou insuffisance de la mise en vigueur de règlements relatifs aux installations sanitaires et (ou) d'arrêtés conçus pour protéger l'approvisionnement en eau contre la possibilité de reflux provenant d'appareils sanitaires ou d'un équipement mécanique alimenté en eau du réseau public;

6) raccordement au réseau de nouvelles canalisations non préalablement désinfectées;

7) exploitation non autorisée d'installations d'approvisionnement en eau par des personnes autres que les employés du service des eaux — des monteurs sanitaires particuliers, par exemple;

8) existence de tuyaux qui fuient dans le réseau de distribution;

9) mauvaise situation de certaines canalisations d'eau par rapport aux égouts et aux drains d'évacuation des eaux de pluie;

10) retour au réseau public d'une eau ayant servi à un refroidissement;

11) connexions à des égouts ou à des chambres de chasse des égouts,

et mauvais emplacement d'évents ou de purgeurs dans le réseau de distribution;

12) mauvais points d'accès aux conduites maîtresses en vue de leur rinçage par chasse ou écouvillonnage; insuffisance des vannes pour permettre d'isoler les différentes sections du réseau de distribution;

13) médiocre conception des boîtes à clapet, à purgeur et à débitmètre, des bouches d'eau et des clapets de puisard, permettant la formation de mares et l'accumulation d'eau souterraine avec risque de siphonnage en retour, propagation d'helminthiases et prolifération de moustiques;

14) médiocrité du drainage et de la protection des bornes-fontaines;

15) défectuosité des réservoirs d'eau «finie».

Annexe 5

INTERCONNEXIONS ET SIPHONNAGE EN RETOUR

Introduction

Le terme «interconnexion» s'entend d'une liaison hydraulique permanente ou temporaire entre une source de pollution et des conduites d'eau de boisson. Le contaminant pénètre dans le réseau d'eau apprêtée lorsque la pression hydraulique de la source polluée dépasse celle de l'eau de boisson, par suite d'un effet de siphonnage en retour ou d'un reflux du courant. Essentiellement, c'est une inversion nuisible du sens de l'écoulement, dû à des variations de la pression hydraulique résultant elles-mêmes d'un concours de circonstances.

Les responsables des services de santé publique se préoccupent depuis longtemps des interconnexions et des courants de reflux dans les

Fig. 12. Protection de l'approvisionnement en eau par une coupure d'air. *a*) appareils sanitaires; *b*) piscines et réservoirs de stockage; *c*) pompes aspirantes et foulantes pour l'alimentation des bâtiments élevés et les processus industriels

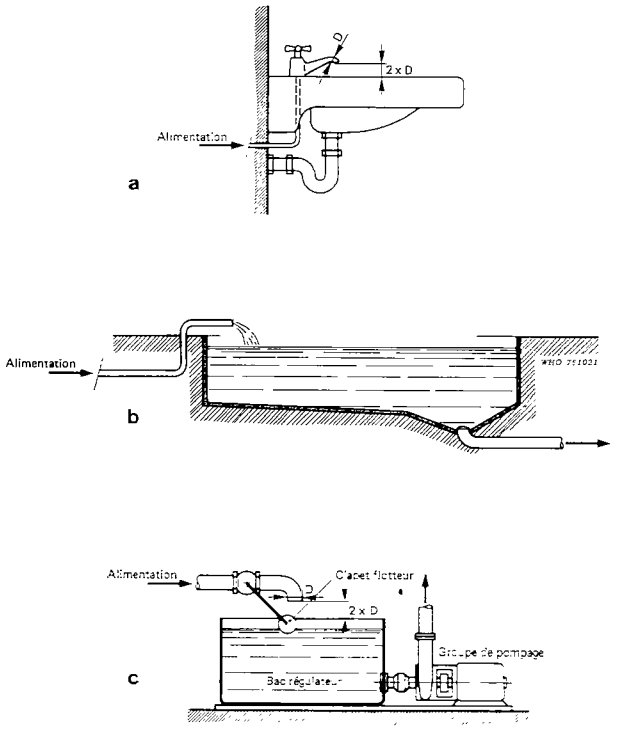
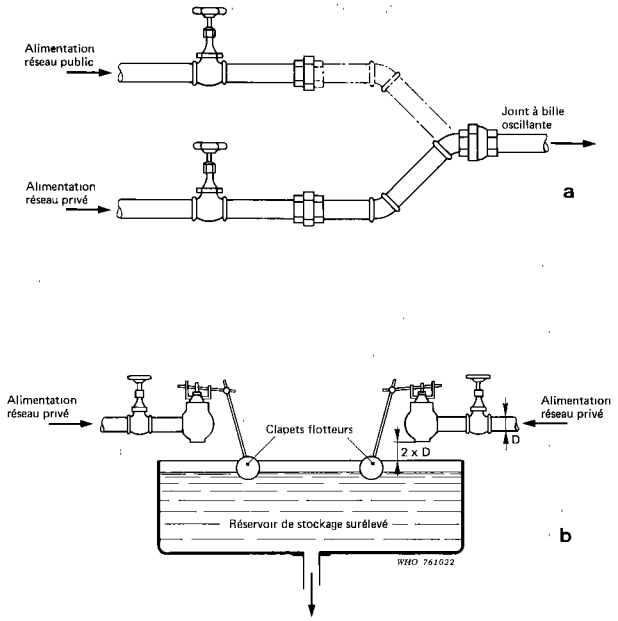


Fig. 13. Séparation matérielle des deux branches d'un approvisionnement double. *a*) connexion oscillante; *b*) rupture d'air



réseaux de distribution et dans les installations d'alimentation en eau de boisson. Les risques d'interconnexions et de contamination de l'eau potable sont permanents. A Chicago, USA, par exemple, lors de la foire mondiale de 1933, des conduites défectueuses et mal conçues ont permis la contamination de l'eau de boisson de plusieurs hôtels, si bien que plus de 1400 personnes ont contracté une dysenterie amibienne, à laquelle 98 d'entre elles ont succombé. Les épidémies dues à une contamination des approvisionnements publics en eau par interconnexions démontrent clairement que les services de santé et les pourvoyeurs d'eau sont responsables du contrôle des réseaux publics de distribution d'eau et de toutes les installations sanitaires raccordées à ces réseaux. Cette responsabilité comporte le rôle de conseillers et d'instructeurs auprès des monteurs sanitaires en ce qui concerne le détection et l'élimination des interconnexions.

Contrôle

La suppression des reflux exige essentiellement celle de deux facteurs : 1) la liaison matérielle; 2) la cause du changement de sens du gradient de pression. La suppression de la liaison (l'interconnexion), est un moyen positif de prévenir le reflux.

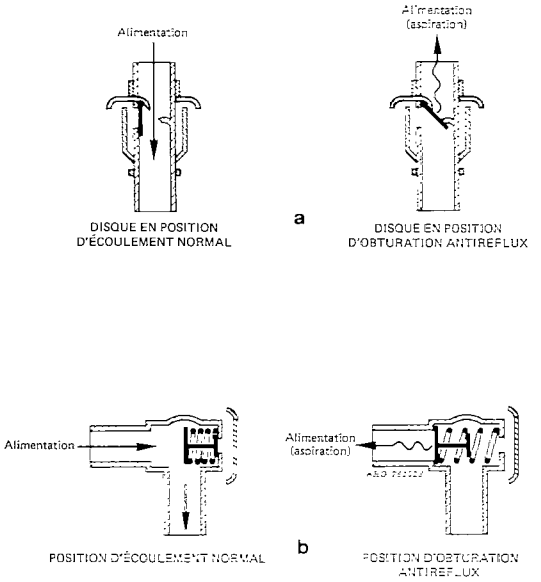
Le seul moyen absolu d'éliminer la liaison matérielle est de recourir à l'insertion dans l'écoulement d'un espace d'air vertical (*36*) (cf. fig. 12). Il convient d'aménager de tels espaces aussi fréquemment que possible et de veiller à ne jamais les court-circuiter. La voie d'entrée dans des appareils sanitaires ou industriels doit s'arrêter à une distance de la surface de trop-plein égale au minimum à deux fois l'ouverture efficace de la voie. Il ne doit pas y avoir d'extension prévue de la voie d'entrée au-dessous du rebord de trop-plein. Si l'extrémité du tube d'alimentation est fileté ou sa surface dentelée pour permettre l'adaptation d'un tuyau souple, il faut aménager aussi un bon anti-vide. L'aménagement d'une coupure d'air à chaque appareil assure une protection totale de tout l'édifice ainsi que de l'approvisionnement public.

Dans certaines circonstances, une séparation par coupure d'air, ou par un autre dispositif agréé (par certification écrite) doit être prévue au point de pénétration de l'eau du réseau public dans le bâtiment ou l'usine. Ces circonstances sont, notamment, les suivantes :

1) l'usager (cas fréquent lorsque le réseau d'approvisonnement public fonctionne sous faible pression ou par intermittence) installe sa propre pompe pour renforcer la pression ou extraire davantage d'eau du réseau;

2) l'usager renforce la pression en pompant de l'eau pour la distribuer ou pour la stocker en hauteur dans un édifice vaste ou surélevé;

Fig. 14. Protection d'antivide de l'alimentation d'appareils sanitaires ou industriels. *a*) dispositif antivide sans pression placé en aval du clapet de l'appareil; *b*) dispositif antivide à pression placé en amont de l'appareil



3) l'usager exploite une source d'eau potable distincte (par exemple un puits) qui est reliée au réseau public mais échappe à la surveillance des autorités du service public des eaux;

4) l'usager exploite, à des fins industrielles ou d'irrigation, un double réseau distinct qui est relié au réseau d'eau de boisson soit pour parer aux «cas d'urgence» soit pour faire face occasionnellement à d'autres besoins;

5) l'usager applique des procédés industriels impliquant des risques de reflux ou de siphonnage en retour dans l'eau, d'une substance contaminée ou toxique.

La figure 12a montre comment une coupure d'air peut être aménagée au point de branchement sur le réseau public; la figure 13b indique comment des approvisionnements doubles sont matériellement séparables au moyen d'une coupure d'air lorsque l'eau de boisson alimente un réservoir surélevé qui peut aussi recevoir de l'eau provenant de sources incontrôlées. Lorsque l'eau de boisson du réseau public n'est utilisée qu'occasionnellement dans des industries dotées d'approvisionnements distincts, on recourt parfois au dispositif représenté par la figure 13a, mais qui se trouve aisément inversé par erreur ou négligence.

Dans le siphonnage en retour, le vide ou le changement de sens de la pression est un facteur fondamental. En admettant la pression atmosphérique dans un réseau de canalisations entre une source de pollution et l'origine d'un vide, on évite le siphonnage en retour. C'est le rôle d'un «casse-vide». Etant donné qu'un vide peut se produire en de nombreux points d'un réseau de canalisations, il faut absolument disposer le casse-vide à proximité aussi immédiate que possible de l'appareil qui paraît

Fig. 15. Dispositifs antireflux. *a*) actionné par la chute de pression dans la ligne; *b*) vannes à deux soupapes de retenue en série

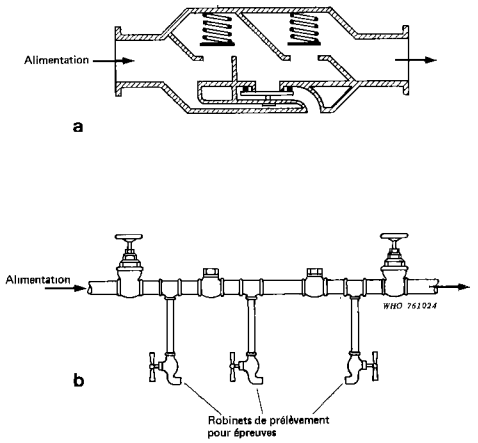
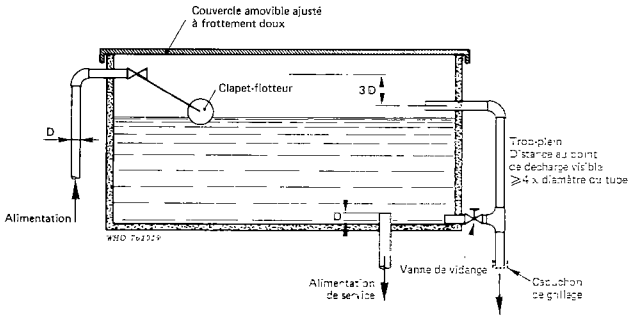


Fig. 16. Réservoir domestique à toiture, ou citerne



être à l'origine d'une contamination. L'emplacement d'un casse-vide doit être suffisamment surélevé par rapport au niveau de trop-plein de l'appareil pour prévenir la submersion de celui-ci et éviter tout reflux. La figure 14 représente des casse-vide manométriques et non manométriques; ces derniers, conçus uniquement contre le siphonnage en retour, ne peuvent être installés aux endroits où il existe des risques de reflux.

Dans les cas où il serait extrêmement difficile d'assurer une coupure matérielle entre deux réseaux, et où il faut s'attendre à des inversions de la pression, on peut recourir à un dispositif antireflux à pression réduite dont la figure 15a schématise le principe. Il est composé de deux soupapes de contrôle réductrices de pression, actionnées mécaniquement ou hydrauliquement, et d'un clapet de retenue manométrique disposé entre les deux précédentes. C'est un instrument coûteux; il n'est pas rare qu'il faille l'importer. Un moyen plus courant de prévenir les reflux consiste à installer deux soupapes comme le représente la figure 15b; mais il n'est pas parfaitement fiable.

La prévention des reflux est évidemment préférable à des mesures correctives ultérieures et les points où toute interconnexion est inadmissible, inexcusable, sont la station de traitement et les installations d'eau propre et d'eau usée à l'intérieur des bâtiments. La figure 16 représente un exemple de réservoir de stockage domestique bien conçu.

Recherche des interconnexions

On peut trouver des interconnexions partout où il y a adduction d'eau de boisson et où il existe des égouts ou des déchets sur les lieux et (ou) des approvisionnements en eau distincts provenant de puits, cours d'eau, canaux, citernes ou autres sources. Les puits de surface sont particulièrement exposés à la pollution et même les puits profonds peuvent être contaminés du jour au lendemain.

Sont à observer au stade de la conception les règles suivantes (*35*) :

a) aucune interconnexion ne doit être tolérée dans une station de filtration entre une conduite d'eau filtrée ou chlorée et une conduite d'eau brute à quelque stade antérieur de traitement que ce soit;

b) les conduites d'eau brute ou d'une eau incomplètement traitée ne doivent pas être situées directement au-dessus, ni au voisinage, ni autour, d'une conduite ou d'un bassin d'eau « finie » lorsqu'il n'y a entre les deux, pour les séparer, qu'un seul mur (ou paroi) commun;

c) les conduites d'eau de rinçage ou de vidange d'un filtre ne doivent pas être connectées directement à une canalisation de rejet; elles doivent être protégées par une connexion à sens unique et coupure d'air, de telle sorte qu'en aucun cas il ne puisse se produire de reflux.

Les autres points courants ou sources d'interconnexions ou de siphonnage en retour sont :

1) les fuites dans les réseaux de distribution, qui sont fréquemment le siège d'une faible pression ou d'intermittence du débit surtout dans les conduites maîtresses et dans les amenées au voisinage des canalisations d'égout; la portion aspirante des pompes d'appoint est tout particulièrement délicate de ce point de vue;

2) les bouches d'eau situées dans les cours et aménagées de telle façon que des eaux de ruissellement ou de surface polluées puissent s'écouler dans la fosse du compteur. Les robinets aménagés dans des fosses ou des chambres souterraines sujettes à des inondations, notamment dans les gares de chemin de fer, les docks et autres installations publiques sont souvent incriminés;

3) les réseaux d'adduction doubles, dont l'un est destiné à la lutte anti-incendie, aux processus industriels et à d'autres usages spéciaux, mais pas à l'alimentation en eau de boisson;

4) l'eau qui sert à l'amorçage des pompes ou à l'alimentation des anneaux d'obturation hydrique, notamment dans les stations de traitement d'eau brute ou d'eaux d'égout;

5) les fosses de pompage avec drains de rejet dans des fosses d'aisances ou autres sources de pollution;

6) les cuves à remplissage automatique, les réservoirs de chasse à siphon, dont l'entrée est située au-dessous du niveau de l'eau, y compris les réservoirs de chasse des égouts publics;

7) les W.C., tubs, lavabos et éviers mal conçus ou mal installés;

8) les piscines dont la bouche d'alimentation en eau se trouve au-dessous du niveau de trop-plein ou qui comportent une connexion matérielle entre un approvisionnement en eau potable et les conduites de circulation;

9) les appareils des hôpitaux, en général, notamment les stérilisateurs, condenseurs, filtres, alambics, aspirateurs, etc. La verrerie jaugée

et les tubes de connexion des alambics restent parfois pollués et il arrive que tout le contenu d'un alambic soit contaminé;

10) les drains de plancher avec connexions pour chasse d'eau;

11) les cuves industrielles, réservoirs, etc., de tous types, avec une connexion d'alimentation en eau située au-dessous du rebord de trop-plein, ou encore pour laquelle on utilise un tube de remplissage souple;

12) les appareils de traitement alimentés en eau industrielle par une connexion directe au réseau d'adduction mais sans coupure d'air adéquate;

13) les tubes souples dotés de manettes ou de clapets automatiques comme dans les bains, les cuves industrielles, les tanneries, etc.;

14) les édifices où les eaux d'égout sont pompées sur place;

15) les bâtiments élevés;

16) les propriétés sises au bord de l'eau;

17) en général, tous les types de raccordement au réseau d'approvisionnement en eau qui permettent à l'eau usée de pénétrer dans le réseau d'adduction par drainage, par siphonnage ou par pression.

Administration d'un programme de lutte contre les interconnexions

Le personnel du service de santé publique et celui du service des eaux, les inspecteurs des installations sanitaires, les surveillants des édifices, les monteurs sanitaires et le personnel de maintenance ont tous une part de responsabilité dans la protection de la santé et de la sécurité du public contre la contamination de l'eau. Cette responsabilité implique une conception et des pratiques d'installations sanitaires correctes des réseaux de canalisations et de l'appareillage sanitaire, ainsi qu'un encouragement et une aide à la formation professionnelle des responsables de l'installation et de la maintenance des réseaux d'adduction d'eau. Le personnel chargé de l'inspection des installations sanitaires doivent assurer le maximum de protection antireflux compatible avec l'exercice d'un bon jugement et la sécurité publique. Les monteurs sanitaires et le personnel de maintenance doivent veiller à éviter ou supprimer toutes les possibilités de reflux et respecter rigoureusement les codes et décrets touchant les installations sanitaires.

Le succès de la mise en application d'un programme de lutte contre les interconnexions et les courants de reflux dans une municipalité dépendra de l'autorité juridique conférée pour mener à bien ce programme. Lorsqu'une nation ou une collectivité a adopté un code d'installations sanitaires, les dispositions de ce code doivent être applicables aux phénomènes de reflux et aux interconnexions. Reste alors a émettre un décret ayant pour objet la mise sur pied d'un programme d'inspection visant à l'élimination des reflux et interconnexions dans les instal-

lations de la collectivité. Il est fréquent que le service de santé publique ou celui des eaux soit déjà mandaté pour un tel programme. Tout décret visant à lutter contre les interconnexions doit comprendre au minimum trois éléments fondamentaux :

1) l'habilitation à établir un programme;

2) des dispositions techniques touchant l'élimination des reflux et des interconnexions;

3) des dispositions concernant la pénalisation des infractions au décret.

Actuellement, peu de pays en voie de développement ont sur pied un programme efficace de lutte contre les interconnexions; ce manque d'efficacité constitue une preuve tacite que les enquêtes sur les interconnexions ou sur les installations chez les consommateurs n'assure pas, par homme-heure consacrée à la surveillance, la protection d'un nombre aussi élevé de personnes que les enquêtes sanitaires sur, par exemple, les sources d'eau brute ou les stations de traitement. Or les interconnexions représentent un danger important pour la santé; il est donc suggéré que soient prises peu à peu, à mesure que ressources et main-d'œuvre deviennent disponibles, les mesures indiquées ci-après, par ordre de priorité :

1) enquêtes sur les sources;

2) enquêtes sur les stations de traitement et examen des projets de travaux de construction;

3) adoption de règlements visant le service à assurer;

4) enquêtes sur les réseaux de distribution;

5) adoption de normes pour les appareils sanitaires;

6) adoption d'un code de montage des appareils sanitaires;

7) adoption de la délivrance d'un certificat ou d'une licence de monteur sanitaire;

8) adoption d'un décret concernant les interconnexions;

9) formation professionnelle du personnel;

10) mise en application d'un programme officiel de lutte contre les interconnexions.

Annexe 6

ENQUÊTE SANITAIRE SUR L'APPROVISIONNEMENT EN EAU À L'ÉCHELON MUNICIPAL

MODÈLE DE FORMULE DE RAPPORT

Objet de l'enquête: source ☐ traitement ☐ distribution ☐

Date de l'enquête ☐ jour ☐ mois ☐ année

1. Nom de l'approvisionnement .....
2. Propriétaire .....
3. Emplacement (s'il y a lieu, joindre un schéma) .....
   .....
4. Adresse postale .....
   rue (ou boîte postale) commune, département, province ou état
5. Responsable en chef .....
6. Population desservie: par des racordements domestiques ☐
   par des bornes-fontaines ☐
   ou des prises publiques ☐
   Population non desservie par le réseau de distribution public ☐

Demande d'eau	actuelle (d'après les dossiers) de la station	future (estimation) à 10 ans	inconnue
A. Journée moyenne	☐	☐	☐
B. Journée maximale	☐	☐	☐
C. Mois maximal	☐	☐	☐

   L'emploi de l'eau a été réglementé ☐ fois sur un total de ☐ jours au cours de l'année passée.
7. Contrôle de laboratoire: oui ☐ non ☐
   A. Examen bactériologique (réseau de distribution): oui ☐ non ☐
      (*a*) Nombre minimal d'échantillons mensuels préconisé par l'organisme de surveillance ☐
      (*b*) Nb moyen d'échantillons prélevés mensuellement durant les 12 derniers mois ☐
      ignoré ☐

(*c*) Intervalle: nb d'échantillons prélevés durant le mois

où il a été minimal ☐

nb d'échantillons prélevées durant le mois où il a été maximal ☐

(*d*) Nb de mois pendant lesquels, durant les 12 derniers mois, les normes n'ont pas été respectées touchant:

(i) la qualité de l'eau ☐ ignoré ☐

(ii) nb d'échantillons prélevés ☐ ignoré ☐

Aucun échantillon prélevé ☐ ignoré ☐

(*e*) Les échantillons sont-ils représentatifs du réseau de distribution (en juger d'après une carte de réseau)?

oui ☐ non ☐ pas de carte ☐

(*f*) L'échantillonnage est-il recommencé si les épreuves bactériologiques font craindre la présence de bactéries coliformes (la réponse doit être obtenue par l'examen des dossiers et non par une interrogation orale)

oui ☐ non ☐ ignoré ☐

(*g*) Les résultats des épreuves qui nécessitent des échantillons de contrôle sont-ils communiqués immédiatement à l'administration du réseau d'adduction, soit par téléphone, soit par échange verbal direct?

oui ☐ non ☐ ignoré ☐

(*h*) Le laboratoire est-il homologué? oui ☐ non ☐

Il n'y a pas de programme d'homologation ☐

(*i*) Les échantillons sont-ils généralement reçus par le laboratoire dans les 24 h suivant leur prélèvement?

oui ☐ non ☐ ignoré ☐

B. Analyse chimique: oui ☐ non ☐

(*a*) Date de la dernière analyse chimique ☐ ☐ ☐ (jour, mois, année)

(*b*) Effectuée par: le service des eaux ☐

l'organisme de surveillance ☐

un autre organisme ☐ ..... (préciser)

(*c*) Epreuves de contrôle d'exploitation réellement effectuées:

Epreuves	*oui*	*non*	*fréquence*
alcalinité	☐	☐	☐
aluminium	☐	☐	☐
chlorures	☐	☐	☐

	oui	*non*	*fréquence*
chlore résiduel	☐	☐	☐
couleur	☐	☐	☐
fluorures	☐	☐	☐
dureté	☐	☐	☐
fer	☐	☐	☐
floculation en flacons	☐	☐	☐
manganèse	☐	☐	☐
saveur et odeur	☐	☐	☐
turbidité	☐	☐	☐
autres (les énumérer)	☐	☐	☐
☐ ☐	☐		
☐ ☐	☐		

8. Enquête sanitaire

A. Date de l'enquête précédente: ☐ ☐ ☐
jour mois année

B. Effectuée par: le service des eaux ☐, l'organisme de surveillance ☐,
le service de santé public local ☐, un consultant ☐,
un autre organisme ☐ .....
(préciser)

C. Nature des installations soumises à l'enquête:
source ☐ transmission ☐
traitement ☐ stockage ☐ distribution ☐
autres ☐ .....
(préciser)

9. Installations et fonctionnement (décrire les déficiences au verso de cette feuille)

	oui	*non*
A. Existe-t-il des murs ou parois communes entre conduites d'eau traitée et conduites d'eau non traitée	☐	☐
B. Y a-t-il des interconnexions avec d'autres réseaux	☐	☐
(*a*) de qualité acceptable reconnue	☐	☐
(*b*) de qualité inconnue	☐	☐
(i) avec protection	☐	☐
(ii) sans protection	☐	☐
C. Existe-t-il un programme de lutte conte les interconnexions?	☐	☐
(*a*) pour les constructions nouvelles seulement	☐	☐
(*b*) pour la réinspection continue des installations	☐	☐

D. Les réservoirs d'eau traitée sont-ils convenablement couverts? *oui* ☐ *non* ☐

E. Y a-t-il du chlore résiduel décelable dans les portions périphériques du réseau de distribution? ☐ ☐

F. La station de traitement peut-elle être court-circuitée? ☐ ☐

G. Les installations nouvellement construites ou réparées sont-elles désinfectées avant leur mise ou leur remise en service? ☐ ☐

H. Y a-t-il des zones de faible pression (< 138 kPa ou 1,4 kgf/cm^2) dans le réseau de distribution? oui ☐ non ☐

I. La pression de distribution est-elle maintenue en permanence? oui ☐ non ☐

J. Les problèmes d'exploitation les plus fréquents portent sur:
la saveur et l'odeur ☐, la turbidité de l'eau traitée ☐, la couleur ☐,
la brièveté de traversée des filtres ☐, autre chose ☐ ..... (préciser)

K. La chloration a été interrompue ☐ fois durant les 12 derniers mois
Les interruptions étaient dues à:
une défaillance du chlorateur ☐
une défaillance de la pompe d'alimentation ☐
un changement du corps de pompe ☐
une panne d'énergie ☐, un manque de chlore ☐,
un manque d'hypochlorite ☐, autre chose ☐ ..... (préciser)

L. Les réserves de chlore sont suffisantes pour ☐ jours

M. La livraison de chlore se fait attendre ☐ jours

N. Dispose-t-on de comparateurs de chlore? oui ☐ non ☐

10. Source, traitement et distribution (décrire les déficiences au verso de cette feuille)

A. Les points suivants sont-ils satisfaisants:

	oui	*non*
(*a*) la source, des points de vue:		
(i) quantité	☐	☐
(ii) qualité bactériologique[a]	☐	☐
(iii) qualité chimique[a]	☐	☐
(iv) qualité physique[a]	☐	☐

[a] Telle qu'elle est définie dans les *Normes pour l'eau de boisson (10).*

	oui	*non*
(v) protection	☐	☐
(*b*) l'écoulement de l'eau brute	☐	☐
(*c*) prélève-t-on des échantillons d'eau brute pour déceler, le cas échant, la:		
(i) contamination bactériologique	☐	☐
(ii) contamination chimique	☐	☐
(*d*) le traitement, des points de vue:		
(i) aération	☐	☐
(ii) homogénéité chimique	☐	☐
(iii) alimentation en produits chimiques	☐	☐
(iv) floculation	☐	☐
(v) sédimentation	☐	☐
(vi) filtration (rapide ☐, lente ☐)	☐	☐
(vii) désinfection	☐	☐
(*e*) la distribution, des points de vue:		
(i) stockage	☐	☐
(ii) chloration d'appoint	☐	☐
(iii) taux de chlore résiduel	☐	☐
(iv) pompage d'appoint	☐	☐
(v) pression	☐	☐
(vi) continuité de l'alimentation	☐	☐
(vii) fuites	☐	☐
(*f*) la maintenance:		
(i) source	☐	☐
(ii) traitement	☐	☐
(iii) distribution	☐	☐
(*g*) les dossiers:		
(i) désinfection	☐	☐
(ii) traversée des filtres	☐	☐
(iii) consommation de produits chimiques	☐	☐
(iv) épreuves de contrôle d'exploitation	☐	☐
(v) examens bactériologiques	☐	☐

	oui	*non*
(vi) taux de chlore résiduel	☐	☐
(*h*) la lutte contre les interconnexions :		
(i) décret	☐	☐
(ii) mise en application du programme	☐	☐
(iii) progression	☐	☐

B. Au cours des trois dernières années la qualité de l'eau brute s'est-elle améliorée ? ☐
s'est-elle dégradée ? ☐ est-elle restée stable ? ☐

C. Au cours des trois dernières années la qualité de l'eau traitée s'est-elle améliorée ? ☐
s'est-elle dégradée ? ☐ est-elle restée stable ? ☐

D. Au cours des trois dernières années la qualité de l'eau distribuée s'est-elle améliorée ? ☐
s'est-elle dégradée ? ☐ est-elle restée stable ? ☐

11. Personnel

A. Exploitants des stations de traitement de l'eau

(*a*) niveau maximal d'instruction classique : université ☐,
institut technique ☐, école secondaire ☐,
école de commerce ☐, autre ☐ ..... (préciser)

(*b*) niveau de formation classique en matière de traitement de l'eau : université ☐ institut technique ☐, école de commerce ☐,
cours accéléré ☐

(*c*) durée de la formation classique : ☐ semaines

(*d*) durée de service dans cette station : ☐ années

(*e*) expérience totale en matière de traitement de l'eau : ☐ années

(*f*) l'exploitant est-il employé à plein temps ? oui ☐ non ☐

(*g*) le personnel actuel est-il satisfaisant :
(i) en effectifs : oui ☐ non ☐
(ii) en compétence : oui ☐ non ☐

(*h*) le budget est-il suffisant ? oui ☐ non ☐

(*i*) la gestion est-elle satisfaisante ? oui ☐ non ☐

B. Doléance principale de l'exploitant.....

.....

.....

C. Doléance la plus fréquente de l'administration.....

.....

.....

D. Doléance la plus fréquente des consommateurs reçue par le gestionnaire du réseau d'approvisionnement en eau.....

.....

E. Doléance la plus fréquente des consommateurs reçue par l'organisme de surveillance.....

.....

12. Maladies à transport hydrique dans la collectivité (renseignements à obtenir auprès des services de santé publique)

A. Dernière poussée de chloréra: année ☐

B. Taux de morbidité, s'ils sont connus, durant l'année pour laquelle on dispose des données les plus récentes:

Maladie	Année de données la plus récente ☐		Année précédente ☐	
	Taux local	Taux national	Taux local	Taux national
Choléra				
Fièvre typhoïde				
Gastro-entérite, diarrhée, etc.				

13. *Corrections indispensables des déficiences* par ordre de priorité (joindre des feuillets supplémentaires, s'il y a lieu; nb de feuillets supplémentaires ☐)

14. Améliorations suggérées (joindre des feuillets supplémentaires s'il y a lieu)

Enquêteur: .....
nom (en caractères imprimés) et signature

Date: ☐ ☐ ☐
jour mois année

Titre: .....

Organisme : .....

Notification avec accusé de réception par: .....
nom (en caractères imprimés) et signature

Date: ☐ ☐ ☐
jour mois année

Titre: .....

Organisme: .....

PARTIE RÉSERVÉE AU SERVICE

Mesures correctives prises .....

Date: ☐ ☐ ☐
jour mois année

Vérifié par : .....
nom (en caractères imprimés) et signature

Mesures correctives INCOMPLÈTES prises au ☐ ☐ ☐
jour mois année

Mesures déjà prises: .....

.....

.....

Vérifié par: .....
nom (en caractères imprimés) et signature

Annexe 7

PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLONS BACTÉRIOLOGIQUES [a]

LISTE DE CONTRÔLE

Echantillonnage

☐ Points représentatifs dans le réseau de distribution

☐ Emplacement et fréquence de l'échantillonnage convenables

☐ Nb mensuel minimal d'échantillons satisfaisants compte tenu de la population

Nb mensuel d'échantillons nécessaires pour ce réseau ☐

☐ Prélèvements réitérés aux points dont les antécédents étaient douteux

☐ Nb proportionnellement plus élevé d'échantillons prélevés dans les portions critiques du réseau de distribution particulièrement exposées

☐ Echantillons prélevés après la désinfection de portions réparées ou d'installations nouvelles

Flacons à échantillons

☐ Flacons de verre stérilisés à bouchon rodé ou métallique à pas de vis

☐ Flacons à bouchon et col protégés par un papier, un capuchon parcheminé ou une feuille d'aluminium

☐ Flacons obturés jusqu'au moment du prélèvement et rebouchés aussitôt après

Modalités du prélèvement

☐ Volume d'eau suffisant pour toutes les épreuves

☐ Volume minimal 100 ml

☐ Ample espace d'air ménagé dans le flacon pour faciliter le mélange

☐ Prélèvement d'échantillons représentatifs effectué sans risque de contamination

☐ Echantillons d'eau courante tirés des robinets connectés directement à la conduite maîtresse par le branchement de service

☐ Echantillons non tirés de robinets connectés à un réservoir de stockage

---

[a] Dans le cas des réseaux chlorés, le taux de chlore résiduel des échantillons doit, lui aussi, être déterminé immédiatement.

☐ Echantillons tirés après avoir laissé les robinets ouverts jusqu'à dégagement de la ligne de raccordement

☐ Prélèvement des échantillons de rivière, ruisseau, lac ou réservoir, par immersion du col du flacon ouvert

☐ Prélèvement des échantillons par présentation de l'embouchure face au courant (main en aval)

☐ Prélèvement des échantillons effectué après avoir fait débiter la pompe pendant 5 min

☐ Identification rapide des échantillons d'une écriture lisible en caractères indélébiles

☐ Echantillons accompagnés de données complètes et précises

Déchloration

☐ Déchloration par addition de thiosulfate de sodium après le prélèvement

☐ Déchloration par addition de thiosulfate de sodium dans le flacon avant sa stérilisation

☐ Concentration du thiosulfate: 100 mg/l

Transport et stockage

☐ Echantillons maintenus à une température aussi proche que possible de celle de l'eau au moment du prélèvement

☐ Echantillons examinés dès que possible après le prélèvement

☐ Examen des échantillons dans l'heure qui suit le prélèvement, recommandé

☐ Temps écoulé entre le prélèvement et l'examen des échantillons <30 h

☐ Temps ci-dessus (selon les modalités locales établies) >24 h

☐ Durée et température de stockage sont enregistrées

☐ Existence de modalités établies pour le transport des échantillons au laboratoire

☐ Existence de modalités établies pour le transport de flacons stériles sur le terrain

Annexe 8

MÉTHODES D'ANALYSE

GÉNÉRALITÉS

Nombreux sont les traités détaillés, complets, faisant autorité, et qu'il est facile de se procurer, concernant les examens physique, chimique, bactériologique, biologique et radiologique des eaux de boisson (cf. les références bibliographiques *10, 17-25*). Il y a aussi des protocoles «simplifiés» (*42*), et il existe maints manuels consacrés à l'analyse de l'eau.

Toutefois, deux paramètres particuliers (ou mesures) de la qualité de l'eau, sont si essentiels à la surveillance de cette qualité qu'ils méritent que leur soit accordée ici une attention spéciale. Ce sont : 1) le taux de chlore résiduel; 2) la numération des bactéries coliformes, en tant qu'indice de la contamination éventuelle de l'eau par des matières fécales. Ainsi qu'il est exposé au chapitre 7, la concentration en chlore résiduel peut servir d'indice de la contamination bactérienne (cf. également la référence bibliographique *43*).

CONCENTRATION (TAUX) DE CHLORE RÉSIDUEL

Nécessaires d'épreuves au comparateur

Il existe des techniques raffinées, le titrage ampérométrique, par exemple, utilisables pour mesurer avec un haut degré de précision la concentration de chlore résiduel dans l'eau. Mais, aux fins de contrôle, les techniques courantes de mesure colorimétriques sont suffisantes.

Une technique de mesure peu coûteuse qui convient tant sur le terrain que dans les stations se pratique au moyen de nécessaires d'épreuve par comparaison colorimétrique, souvent dénommés comparateurs de poche ou chloroscopes. Ils comprennent des étalons permanents constitués soit de petits verres colorés, généralement montés sur un disque, soit des ampoules scellées de liquide coloré que l'on peut comparer à l'échantillon introduit dans une ampoule analogue ouverte. Les étalons doivent être protégés de la lumière, de la chaleur, des poussières, des proliférations fongiques, des liquides répandus et des manipulations maladroites.

Le comparateur à disque est fait d'une boîte de matière plastique munie par-devant d'un oculaire et par-derrière, d'un verre dépoli. Derrière l'oculaire se trouve un emplacement pour le disque coloré rotatif. Entre le disque et le verre dépoli un compartiment divisé permet de rece-

voir deux cuves, l'une contenant un échantillon d'eau non traitée et l'autre un échantillon d'eau traitée par un réactif. Le premier est disposé du même côté que les verres colorés et dans le même axe. L'autre compartiment reçoit l'échantillon qui a été coloré chimiquement. La concentration de la substance à étudier s'estime visuellement en l'observant par l'oculaire du comparateur et en assortissant la couleur obtenue aux couleurs permanentes du disque. Celui-ci est aisément amovible, ce qui permet de le remplacer par un autre pour une autre détermination. Ainsi, un même nécessaire est utilisable pour différentes mesures, y compris celles du pH, de la couleur, de la teneur en fer et de la teneur en manganèse. Une erreur commune est celle qui consiste à confondre le disque colorimétrique d'une épreuve, le dosage du chlore, par exemple, avec celui d'une autre épreuve.

Ces nécessaires donnent des résultats rapides, acceptables et cohérents, s'ils sont utilisés par des opérateurs ayant reçu un minimum de formation. Etant portatifs, ils rendent service pour le contrôle des opérations sur le terrain.

Epreuve à l'ortho-tolidine [a]

L'ortho-tolidine réagit en solution acide tant avec le chlore complexé qu'avec le chlore libre et donne une coloration jaune. Avec le chlore libre la réaction est instantanée; avec le chlore complexé elle est lente. La méthode «éclair» repose sur cette constatation. En faisant la lecture 10 s après l'addition du réactif, on ne dose que le chlore résiduel libre.

Epreuve à l'ortho-tolidine-arsénite (OTA)

Cette épreuve évite les erreurs dues à la présence de substances gênantes telles que les nitrites, le fer et le manganèse, qui donnent une coloration jaune. Elle permet donc une différenciation plus précise entre le chlore résiduel libre et le chlore résiduel combiné. Elle repose sur le fait que la réaction du chlore résiduel sur l'*o*-tolidine ne se fait pas en présence d'arsénite de sodium alors que la couleur qui est due aux substances gênantes persiste. Le mode opératoire est le suivant (*44*):

a) Prendre 3 tubes gradués de 10 ml, les étiqueter A, B, O-T.

b) Dans A introduire 0,5 ml de solution d'*o*-tolidine, puis 10 ml d'échantillon d'eau, et bien mélanger; 5 s après, au plus tard, ajouter

[a] Les composés de l'ortho-tolidine sont toxiques; ils doivent être maniés avec précaution.

0,5 ml de solution d'arsénite de sodium; mélanger et comparer la couleur à celle des étalons, aussi vite que possible; enregistrer la lecture en mg/l, soit A.

c) Dans B introduire 0,5 ml de solution d'arsénite puis 10 ml de l'échantillon d'eau, mélanger vite et ajouter aussitôt la solution d'*o*-tolidine; mélanger et comparer la couleur à celle des étalons, aussi vite que possible; enregistrer la lecture en mg/l, soit B_1.

d) Conserver le contenu du tube et le recomparer aux étalons exactement 5 min plus tard; enregister la lecture en mg/l, soit B_2.

e) Dans le tube O-T introduire 0,5 ml de réactif à l'*o*-tolidine et 10 ml de l'échantillon d'eau; mélanger et laisser reposer pendant exactement 5 min; comparer la couleur à celle des étalons; enregistrer la lecture en mg/l,, soit O-T.

f) Au moyen de ces lectures, calculer :

le chlore résiduel total : $(O\text{-}T)—B_2$
le chlore résiduel libre : $A\text{-}B_1$
le chlore résiduel combiné : $[(O\text{-}T)—B_2]—[A—B_1]$

*Préparation et conservation des réactifs d'épreuve à l'*o*-tolidine (18)*

A titre de précaution contre la décoloration ou la précipitation dues à une exposition occasionnelle à de hautes températures ou à la lumière solaire, et aux erreurs d'analyse qui en découlent, la solution d'*o*-tolidine ne doit pas être conservée plus de 6 mois.

Pour préparer le réactif à l'*o*-tolidine, dissoudre 1,35 g de dihydrochlorure de cette substance dans 500 ml d'eau distillée. En agitant constamment, introduire cette solution dans un mélange à 150 ml d'acide chlorhydrique concentré et 350 ml d'eau distillée.[a] (Ne pas utiliser d'*o*-tolidine base.)

Conserver la solution d'*o*-tolidine dans des flacons de verre brun ou à l'obscurité. Les protéger en tout temps de la lumière solaire directe. Ne pas utiliser le produit plus de 6 mois après sa préparation. Eviter tout contact entre la solution et du caoutchouc. Conserver à la température du laboratoire en évitant les températures excessives.

L'*o*-tolidine est extrêmement dangereuse. Ne jamais la manipuler avec une pipette à aspiration buccale. Ne pas en inhaler les vapeurs et éviter tout contact avec la peau.

Pour préparer une solution d'arsénite de sodium, dissoudre 5,0 g de $NaAsO_2$ dans un peu d'eau distillée et étendre à 1 l. Cette solution est, elle aussi, toxique; il faut avoir soin de ne jamais en ingérer.

[a] La concentration de l'acide doit être telle que le pH n'excède pas 1,3, même si l'alcalinité de l'échantillon atteint 1000 mg.

Dosage du chlore résiduel par la DPD

Palin (*18, 48*) a mis au point une autre méthode applicable en laboratoire et sur le terrain, dans laquelle on remplace l'*o*-tolidine neutre par de la N,N-diéthyl-para-phénylènediamine (DPD) pour le titrage ferreux. En l'absence d'iode, le chlore résiduel libre réagit instantanément avec la DPD pour donner une coloration rouge, plus stable que celle qu'on obtient avec l'*o*-tolidine. La décoloration par le sulfate ammoniaco-ferreux étalon (FAS) est intantanée dans le titrage (DPD-FAS). Pour le dosage colorimétrique DPD les couleurs étalons se préparent au moyen d'une solution étalon de permanganate de potassium.

Réactifs. Il faut disposer des réactifs suivants :

1) Solution de phophate tampon. Dissoudre 24 g d'hydrogénophosphate disodique anhydre et 46 g de dihydrogénophosphate potassique dans de l'eau distillée. Ajouter 100 ml de solution de sel de sodium de l'EDTA [a] à 0,8 % et étendre à 1 l. Ajouter 20 mg de chlorure mercurique pour inhiber la croissance de moisissures.

2) Solution (indicatrice) de diéthyl-*p*-phénylène diamine (DPD). Dissoudre 1 g d'oxalate (ou 1,5 g de sulfate) de DPD dans de l'eau distillée exempte de chlore, additionnée de 8 ml d'acide sulfurique (1 partie d'eau distillée pour 3 parties d'acide) et de 25 ml de solution d'EDTA à 0,8 %. Etendre à 1 l, conserver dans un flacon jaune bouché à l'émeri (jeter toute solution décolorée). Tampon et indicateur se trouvent en association dans le commerce sous forme de poudre stable.

3) Cristaux d'iodure de potassium.

4) Solution étalon de sulfate ammoniaco-ferreux. Dissoudre 1,106 g de sel de Mohr $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 . 6H_2O$ dans de l'eau distillée additionnée de 1 ml d'acide sulfurique (1 partie d'eau distillée pour 3 parties d'acide) et étendre à 1 l avec de l'eau distillée récemment bouillie et refroidie. C'est un étalon primaire utilisable pendant un mois. On peut vérifier le titre au bichromate. La solution FAS équivaut à 0,100 mg de Cl par 100 ml.

Mode opératoire. Introduire 5 ml de la solution tampon et 5 ml de la solution de DPD dans le flacon de titrage et mélanger (ou bien utiliser environ 0,5 de poudre de DPD); ajouter 100 ml de l'échantillon d'eau et mélanger.

a) Chlore résiduel libre. Titrer rapidement avec la solution FAS étalon jusqu'à apparition de la couleur rouge (quantité de solution FAS requise, en ml, = lecture A).

b) Chlore résiduel combiné. Ajouter plusieurs cristaux d'iodure de potassium (≈ 1 g) à échantillon, laisser reposer 2 min puis continuer le titrage avec la solution FAS étalon jusqu'à nouvelle apparition de la couleur rouge (quantité de solution FAS requise, en ml, = lecture B). On a alors :

[a] Ethylène diamine tétracétate disodique dihydraté, encore appelé éthylène-dinitrilo-tétrahydrogéno-acétate de sodium.

chlore résiduel libre (mg/l) = A,
chlore résiduel combiné (mg/l) = B,
chlore résiduel total (mg/l) = A+B.

L'épreuve DPD permet aussi de distinguer les monochloramines des dichloramines ainsi que de déceler la présence de trichlorure d'azote. Elle est commodément réalisable sur le terrain et on trouve dans le commerce des nécessaires pour la méthode colorimétrique. Les réactifs de dosage du chlore libre, combiné et total existent aussi en comprimés. Les fabricants fournissent le mode d'emploi de ces nécessaires.

Les deux méthodes ci-dessus sont sujettes à interférence et des épreuves spéciales s'imposent pour corriger les erreurs qui en résultent si elles sont assez fortes pour ne pas être négligeables. Dans l'ensemble, la méthode DPD est la moins sensible aux interférences.

Autres dosages du chlore sur le terrain

D'autres épreuves de campagne pour le dosage du chlore libre dans l'eau au moyen de syringaldazine, de méthylorange et d'*o*-tolidine neutre stabilisée ont été mises au point au cours des dernières années (*45-47*). Dans les programmes de surveillance qui ont des occasions de recherche et de développement, certaines de ces mises au point récentes pourraient se révéler dignes d'étude.

DÉTECTION DES BACTÉRIES COLIFORMES PAR LA MÉTHODE DE LA MEMBRANE FILTRANTE

Introduction

Le test traditionnel, éprouvé, pour la détection des bactéries coliformes est la fermentation en tubes multiples. On peut le remplacer par une épreuve plus récente dite de la membrane filtrante. Elle est d'utilisation commode sur le terrain et donne des résultats plus rapides. Ci-dessous est décrit un mode opératoire abrégé. Avant de le mettre en application il convient de consulter des descriptions plus complètes (*17, 18*) et les instructions des fabricants du matériel utilisé.

Appareils spéciaux

En plus du matériel bactériologique de laboratoire — autoclaves, étuves, balances, verrerie, etc. — la filtration sur membrane demande :

1) une source de vide permettant au moins 50 kPa (0,5 kgf/cm²) de différence de pression (trompe à eau, pompes électriques et pompes à bicyclette dont le cuir a été retourné, sont les moyens les plus courants de faire le vide); tube à vide;

2) un flacon aspirateur, normalement un Erlenmeyer à tube latéral et parois épaisses;

3) un porte-filtre et un porte-anneau;

4) des verres ou des boîtes de Petri de 60 mm × 15 mm pour les cultures bactériologiques;

5) membranes filtrantes (pores de 0,5 μm) et tampons nutritifs absorbants de 47-50 mm de diamètre;

6) brucelles courbes à bouts arrondis pour manipuler les filtres et les tampons;

7) numérateur de colonies avec source lumineuse;

8) bouillon nutritif déshydraté (du commerce).

Mode opératoire en laboratoire

Les milieux de culture doivent être préparés et stérilisés à l'avance; verrerie et solutions étalons stérilisées doivent être prêtes; il faut préparer de l'eau de dilution tamponnée stérile et des feuilles d'enregistrement des données; des échantillons d'eau doivent être disponibles.

1) Ouvrir toutes les boîtes de culture (Petri); retourner les couvercles et les disposer à côté des boîtes. Mettre un tampon absorbant stérile au fond de chaque boîte en ayant soin de le manipuler avec des brucelles.

2) Au moyen d'une pipette stérile, délivrer assez de bouillon nutritif pour saturer chaque tampon. Pour chacun il en faut environ 2 ml. Appliquer assez de bouillon pour qu'en inclinant la boîte une bonne goutte s'en écoule librement. Remettre les couvercles.

3) Placer une membrane filtrante, côté grille au-dessus, sur la base du porte-filtre, en la centrant sur la partie poreuse de la plaque-support. Les membranes sont délicates; les manipuler aux brucelles stériles et *toujours* prendre le disque filtrant hors de la zone où passera l'échantillon. Pour conserver les brucelles stériles, *toujours* en laisser les extrémités plongées dans 3 cm environ d'alcool éthylique ou méthylique et brûler l'alcool avant d'utiliser les brucelles. Ne pas les laisser dans la flamme plus longtemps qu'il ne faut pour brûler l'alcool.

4) Assembler le groupe filtrant en fixant la partie supérieure (entonnoir) sur la base. Avoir soin de ne pas endommager la membrane filtrante en place.

5) Secouer le flacon échantillon vigoureusement environ 25 fois, verticalement.

6) Le vide étant coupé, verser l'échantillon d'eau mesuré dans l'entonnoir. S'il est inférieur à 10 ml, verser d'abord (sans les mesurer) 10 ml d'eau stérile dans le filtre. (Si l'échantillon mesure plus de 10 ml, c'est inutile.)

7) Ouvrir le robinet d'aspiration pour accélérer la filtration sur la membrane. Quand tout est filtré, fermer le robinet.

8) Rincer l'entonnoir avec 20-30 ml d'eau stérile. Rincer la cuve après que toute l'eau de rinçage a traversé le filtre.

9) Démonter le filtre. Utiliser des brucelles stériles pour enlever la membrane filtrante. Poser soigneusement le filtre, côté grille au-dessus, sur le tampon absorbant de la boîte de culture appropriée. Vérifier l'absence de bulles d'air entre membrane et tampon. S'il y a lieu, replacer la membrane convenablement. Étant donné que les bulles d'air gênent la diffusion du milieu de culture entre tampon et membrane, limiter le plus possible leur formation en mettant assez de milieu de culture sur le tampon et en déroulant la membrane sur celui-ci.

10) Après chaque filtration, passer à la suivante de la série sans restériliser l'appareil. Ne le restériliser qu'après chaque série. Mais si la filtration des échantillons successifs prend plus de 15 min, restériliser l'appareil en l'immergeant dans de l'eau bouillante pendant 2 min et le laisser refroidir avant nouvel usage.

11) Lorsque les filtrations sont finies, retourner les boîtes de culture bien fermées et les mettre dans une étuve à 35°±0,5°C ou à 44-45°C dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau pendant 18-24 h. Si l'atmosphère de l'étuve n'est pas toute entière saturée, mettre les cultures dans un récipient bien clos avec des serviettes de papier (ou d'un autre matériau) humides.

12) Après incubation, enlever les cultures et dénombrer les colonies de bactéries coliformes à l'aide d'un microscope de dissection à grand champ ou d'une simple lentille (moins souhaitable). Placer une lampe à grande plage d'éclairement à proximité des colonies et la régler de telle façon que sa lumière soit réfléchie directement par la surface bactérienne vers le microscope ou la lentille.

Les colonies de coliformes sont rouges ou roses avec un éclat brillant superficiel vert-doré ou métallique. Cet éclat peut recouvrir la totalité de la colonie ou n'apparaître qu'en son centre. La couleur des colonies de bactéries non coliformes va du rose au rouge, mais sans éclat de surface. Les coliformes fécaux sont bleus.

13) Consigner les résultats de la numération des coliformes sur une formule.

14) Si l'on a filtré initialement plus d'un volume d'échantillon, en choisir un qui donne entre 20 et 80 colonies de coliformes, diviser le nombre de colonies par le nombre de millilitres de l'échantillon filtré et multiplier le résultat par 100. On obtient ainsi le nombre de colonies par

100 ml d'échantillon. Arrondir le résultat à deux chiffres significatifs. Exemple : si l'on a dénombré 34 colonies de coliformes sur une membrane où l'on a passé 25 ml d'échantillon on a (34/25)×100 = 136. En arrondissant on trouve 140 colonies. Quand on incube à 35°C, indiquer le nombre de coliformes; quand on incube à 44-45°C, indiquer le nombre de coliformes fécaux.

15) Quand la culture a été incubée à 35°C, indiquer le nombre de colonies à éclat métallique vert-doré comme étant celui des coliformes.

16) Quand la culture a été incubée à 44-45°C, indiquer le nombre de colonies de couleur bleue comme étant celui des coliformes fécaux.

Transport ou stockage des échantillons d'eau filtrés sur membrane

Au Royaume-Uni a été mise au point une méthode selon laquelle les échantillons d'eau sont filtrés sur membrane sur place ou dans un laboratoire aux ressources restreintes (*34*). La membrane (avec les bactéries retenues), est ensuite placée sur un tampon de papier-filtre stérile saturé d'un milieu de transport (cf. tableau ci-dessous). Ce milieu très dilué favorise la survie des organismes retenus sans produire de pousse visible même si le transit dure jusqu'à 3 jours.

Milieux de transport des membranes[a]

Peptone	0,2 g	pH 7,5. Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 20 min.
Chlorur de sodium	5,0 g	
Eau distillée	1 000 ml	
ou		
Peptone	0,2 g	
Benzoate de sodium	4.0 g	
Eau distillée	1 000 ml	

[a] D'après Panezai et al. (*34*).

Ce procédé permet d'envoyer à un laboratoire central, par la poste ou autrement, des boîtes de Petri stériles en matière plastique ou en aluminium garnies de membranes utilisées. A la réception on enlève celles-ci et on les transfère sur les milieux sélectifs dont on se sert pour examiner les échantillons d'eau.

Annexe 9

RÉUNION OMS SUR L'ÉTABLISSEMENT DE DIRECTIVES POUR LA SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'EAU DE BOISSON

Ont pris part à la réunion qui, tenue à Genève du 18 au 24 février 1975, a conduit à la rédaction de ces directives sous leur forme définitive :

Participants :[a]

Dr R. Allen, Director, Water Research Centre, Medmenham, Marlow, Angleterre (*Président*)

M. J. A. Andu, General Manager, Western Nigeria Water Corporation, Ibadan, Nigeria (*Vice-Président*)

Pr. R. O. Cordón, Professeur de génie sanitaire, École régionale de génie sanitaire, Faculté d'ingéniérie, Université San Carlos, Guatemala, Guatemala

Dr K. E. Hakim, Professeur de chimie de l'environnement, Haut institut de santé publique, Alexandrie, Egypte

Dr G. P. Hanna, jr, Consultant, United States Agency for International Development, Washington, DC, États-Unis d'Amérique

M. R. R. L. Harcourt, Assistant Director (Environmental Health), Division of Public Health, Department of Health, Nouvelle-Zélande (*Rapporteur*)

M. K. R. Sahu, Directeur du service de traitement et de contrôle de la qualité, Département de l'approvisionnement en eau et de l'évac .a-tion des eaux d'égout, Corporation municipale, Delhi, Inde

M. T. K. Tjiook, Centre international de référence pour l'approvisionnement public en eau, Voorburg, Pays-Bas.

Secrétariat de l'OMS :

Dr F. E. McJunkin, Associate Professor, Department of Environmental Sciences and Engineering, University of North Carolina, Chapel Hill, NC, États-Unis d'Amérique (*Consultant*)

M. R. E. Novick, Ingénieur sanitaire, Service des approvisionnements publics en eau et de l'assainissement, Division de l'hygiène du milieu, OMS, Genève, Suisse (*Secrétaire*)

M. L. A. Orihuela, Chef du service des approvisionnements publics en eau et de l'assainissement, Division de l'hygiène du milieu, OMS, Genève, Suisse

[a] N'ont pas pu assister à la réunion les experts invités suivants : Dr S. Deak, Chef du département de l'hygiène des eaux, Institut d'hygiène d'Etat, Budapest, Hongrie; m. H. R. Shipman. Water Supply Adviser, Public Utilities Department, International Bank for Reconstruction and Development, Washington. DC, États-Unis d'Amérique.

Annexe 10

LISTE DES EXPERTS CONSULTÉS

M. J. A. Andu, General Manager, Western Nigeria Water Corporation, Ibadan, Nigeria

M. R. C. Ballance, Ingénieur sanitaire, Service des approvisionnements en eau et de l'assainissement, Division de l'hygiène du milieu, OMS, Genève, Suisse

M. F. A. Butrico, Chef du département du génie et des sciences de l'environnement, Bureau régional de l'OMS pour les Amériques, Bureau sanitaire panaméricain, Washington, DC, États-Unis d'Amérique

Pr R. O. Cordón, Professeur de génie sanitaire, Ecole régionale de génie sanitaire, Faculté des Sciences de l'ingénieur, Université San Carlos, Guatemala, Guatemala

Dr K. E. Hakim, Professeur de chimie de l'environnement, Haut institut de santé publique, Alexandrie, Egypte

M. R. R. L. Harcourt, Assistant Director (Environmental Health), Division of Public Health, Department of Health, Nouvelle-Zélande

M. F. Kent, Chef du Service de la planification pré-investissement, Division de l'hygiène du milieu, OMS, Genève, Suisse

M. W. N. Long, Acting Director, Water Supply Division, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC, États-Unis d'Amérique

M. J. Lovelace, Conseiller régional en hygiène du milieu, Bureau régional de l'OMS pour la Méditerranée orientale, Alexandrie, Egypte

Dr S. Manglik, Co-Directeur, Institut d'État pour la santé, Uttar Pradesh, Inde

Dr M. Mariño Aguiar, Département de l'hygiène du milieu, École nationale de santé, Madrid, Espagne

M. R. E. Novick, Ingénieur sanitaire, Service des approvisionnements publics en eau et de l'assainissement, Division de l'hygiène du milieu, OMS, Genève, Suisse

M. J. C. Obel, Chief Public Health Officer, Ministry of Health, Nairobi, Kenya

M. L. A. Orihuela, Chef du Service des approvisionnements publics en eau et de l'assainissement, Division de l'hygiène du milieu, OMS, Genève, Suisse

Pr L. Peña Duran, Département de génie sanitaire, Université Valle, Cali, Colombie

M. K. R. Sahu, Directeur du service de traitement et de contrôle de la qualité de l'eau, Département des approvisionnements publics en eau et de l'évacuation des eaux d'égout, Corporation municipale, Delhi, Inde

Dr C. O. Schaeffer, Inspectorat de la santé publique, Ministère de la santé publique et de l'hygiène du milieu, La Haye, Pays-Bas

M. H. R. Shipman, Water Supply Adviser, Public Utilities Department, International Bank for Reconstruction and Development, Washington, DC, États-Unis d'Amérique

Pr H. I. Shuval, Laboratoire d'hygiène du milieu, Ecole de médecine Hadassah, Université hébraïque, Israël

M. C. H. Smith, Vice-President, Production and Distribution, St. Louis County Water Co., University City, MO, États-Unis d'Amérique

M. D. V. Subrahmanyam, Ingénieur sanitaire, Service des approvisionnements publics en eau et de l'assainissement, Division de l'hygiène du milieu, OMS, Genève, Suisse

M. A. Dale Swisher, Office of Health, Technical Assistance Bureau, Department of State, Agency for International Development, Washington, DC, États-Unis d'Amérique

M. T. K. Tjiook, Centre international de référence pour les approvisionnements publics en eau, Voorburg, Pays-Bas

M. S. Unakul, Conseiller régional en hygiène du milieu, Bureau régional de l'OMS pour l'Asie du sud-est, La Nouvelle-Delhi, Inde

M. A. Wilson, Conseiller régional en hygiène du milieu, Bureau régional de l'OMS pour l'Afrique, Brazzaville, Congo

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. CAMPBELL, E. P. Statement on community water supply program. *In :* Hearings on Mutual Security Act of 1959. Committee on Foreign Relations, US Senate, 86 Congress, 1st Session, pp. 754-761, May 18, 1959. (Cited by MCJUNKIN, F. E. *In : Community water supply in developing countries; a report for the Office of War on Hunger.* Washington, DC, United States Agency for International Development, 1969, p. 2)
2. *Santé du monde,* **13,** 22 (1960)
3. MILLER, A. P. *Water and man's health.* Washington, DC, Office of Human Resources and Social Development, United States Agency for International Development, 1962
4. OMS. Série de rapports techniques, N° 420, 1969 (*Les approvisionnements publics en eau :* rapport d'un comité d'experts de l'OMS)
5. OMS. Série de rapports techniques, N° 541, 1974 (*Évacuation des eaux usées des collectivités :* rapport d'un comité d'experts de l'OMS)
6. ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ/ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE. *Les implications sanitaires des maladies parasitaires à transport hydrique dans les plans de développement des approvisionnements en eau.* Genève, 1967
7. Rapport de statistiques sanitaires mondiales, **26,** 1973, pp. 720–783 (Approvisionnements publics en eau et évacuation des eaux usées dans les pays en voie de développement)
8. PINEO, C. S. & SUBRAHMANYAM, D. V. *Adduction d'eau et évacuation des excreta dans les pays en développement — quelques réflexions.* Genève, Organisation mondiale de la Santé, 1975 (*Publication offset de l'OMS,* N° 15) p. 29
9. OMS. Actes officiels, N° 201, 1972, pp. 16–17 (Résolution WHA 25–35)
10. ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ. *Normes internationales pour l'eau de boisson,* 3e éd., Genève, 1971
11. OMS. Série de rapports techniques, N° 439, 1970 (*Planification, organisation et administration des programmes nationaux d'hygiène du milieu :* rapport d'un comité d'experts de l'OMS)
12. SCHAEFER, M. *Administration des programmes d'hygiène du milieu — un aperçu des systèmes.* Genève, Organisation mondiale de la Santé, 1974 (Cahier de santé publique, N° 59)
13. OMS. Série de rapports techniques, N° 490, 1972 (*Approvisionnements publics en eau. Méthodes de collecte et de présentation des données :* rapport d'un groupe scientifique de l'OMS)
14. MELNICK, J. L. Detection of virus spread by the water route. *In :* Snoeyink, V. & Griffin, V., ed. *Virus and water quality : occurrence and control.* Urbana, University of Illinois, 1971, pp. 114–125
15. ASSAR, M. *Guide d'assainissement en cas de catastrophe naturelle.* Genève, Organisation mondiale de la Santé, 1971
16. WINDLE TAYLOR, E. *The examination of waters and water supplies,* 7th ed. London, Churchill, 1958
17. COX, C. R. *Techniques et contrôle du traitement de l'eau.* Genève, Organisation mondiale de la Santé, 1964 (Série de monographies, N° 49)
18. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION/WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION. *Standard methods for the examination of water and wastewater,* 13th ed. New York, 1971
19. ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ. *Normes internationales pour l'eau de boisson,* 2e éd., Genève, 1963
20. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Methods for chemical analysis of water and wastes.* Washington, DC, 1974

21. UNITED KINGDOM, DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT. *Analysis of raw, potable and waste waters.* London, H.M. Stationery Office, 1972
22. JOINT COMMITTEE OF THE INSTITUTON OF WATER ENGINEERS, THE ROYAL INSTITUTE OF CHEMISTRY, THE SOCIETY FOR ANALYTICAL CHEMISTRY, AND THE SOCIETY FOR WATER TREATMENT AND EXAMINATION. *Approved methods for the physical and chemical examination of water,* 3rd ed. London, Institution of Water Engineers, 1960
23. UNITED KINGDOM, DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY, WELSH OFFICE, MINISTRY OF HOUSING AND LOCAL GOVERNMENT. *The bacteriological examination of water supplies.* 4th ed. London, H. M. Stationery Office, 1969 (Reports on public health and medical subjects, No. 71)
24. RODIER, J. *L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer; chimie, physicochimie, bactériologie, biologie.* 5th ed. Paris, Dunod, 1975
25. GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER, FACHGRUPPE WASSERCHEMIE. *Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlamm-Untersuchung,* 3rd rev. ed. Weinheim, Verlag Chemie, 1960
26. BUTTERFIELD, C. T. Bactericidal properties of free and combined available chlorine. *Journal of the American Water Works Association,* **40** : 1305–13 (1948)
27. SALVATO, J. A. *Environmental engineering and sanitation,* 2nd ed. New York, Wiley-Interscience, 1972
28. WAGNER, E. G. & LANOIX, J. N. *Approvisionnement en eau des zones rurales et des petites agglomérations.* Genève, Organisation mondiale de la Santé, 1959 (Série de monographies, N° 42)
29. HUISMAN, L. & WOOD, W. E. *La filtration lente sur sable.* Genève, Organisation mondiale de la Santé, 1974
30. RAJAGOPALAN, S. & SHIFFMAN, M. A. *Mesures d'hygiène simples contre les maladies intestinales.* Genève, Organisation mondiale de la Santé, 1974
31. UNITED STATES PUBLIC HEALTH SERVICE. *A sanitary standard for manufactured ice.* Washington, DC, 1964 (PHS Publication No. 1183)
32. UNITED KINGDOM, WELSH OFFICE, MINISTRY OF HOUSING AND LOCAL GOVERNMENT. *Safeguards to be adopted in the operation and management of waterworks.* London, H.M. Stationery Office, 1967
33. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, WATER SUPPLY PROGRAMS DIVISION. *Manual for evaluating public drinking water supplies.* Washington, DC, 1969 (Reprinted 1971; published in 1969 as PHS Publication 1820)
34. PANEZAI, A. K. ET AL. Coli-aerogenes and Escherichia coli counts on water samples by means of transported membranes. *Proceedings of the Society for Water Treatment and Examination,* **14** : 179–186 (1965)
35. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, WATER SUPPLY DIVISION. *Cross-connection control manual.* Washington, DC, 1973
36. UNITED KINGDOM, DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT. *Report of the Committee on Backsiphonage in Water Installations.* London, H.M. Stationery Office, 1974
37. INDE, INSTITUT CENTRAL DE RECHERCHE EN INGÉNIÉRIE DE SANTÉ PUBLIQUE. *Assainissement rural.* Nagpur, 1970
38. DENNIS, J. M. 1955–56 infectious hepatitis epidemic in Delhi, India. *Journal of the American Water Works Association,* **51**: 1288–98 (1959)
39. INDE, INSTITUT CENTRAL DE RECHERCHE EN INGÉNIÉRIE DE SANTÉ PUBLIQUE. *Maintenance préventive des réseaux de distribution d'eau; manuel de cours.* Nagpur, 1972 (Projet OMS Inde 0176 : 03, Bombay)
40. UNITED STATES PUBLIC HEALTH SERVICE. *Manual of recommended water sanitation practice.* Washington, DC, 1946 (PHS Publication No. 525)
41. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, WATER SUPPLY DIVISION. *Manual of individual water supply systems.* Washington, DC, 1973

42. AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. *Simplified procedures for water examination.* New York, 1964 (AWWA Manual M12)
43. BUELOW, R. W. & WALTON, G. Bacteriological quality vs. residual chlorine, *Journal of the American Water Works Association,* **63**: 28–35 (1971)
44. LAUBUSCH, E. J. *Chlorination control.* 1st ed. New York, Chlorine Institute, 1959, Pamphlet No. 34
45. UNITED STATES ARMY MEDICAL ENVIRONMENTAL ENGINEERING RESEARCH UNIT. *The evaluation of existing field kits for determining free chlorine residual in aqueous solutions.* Springfield, VA, National Technical Information Service, 1972 (Publication AD–752 440)
46. NICHOLSON, N. J. *Determination of chlorine in water. I. A comparison of twelve methods for the determination of free chlorine in water, in terms of reproducibility, sensitivity, specificity, and limit of detection.* Marlow, England, Water Research Association, 1963 (Technical Paper No. 29)
47. UNITED STATES PUBLIC HEALTH SERVICE, ANALYTICAL REFERENCE SERVICE. Water chlorine (residual). No. 1, study No. 35, Cincinnati, 1969
48. PALIN, A. T. The determination of free and combined chlorine in water by the use of diethyl-*p*-phenylene diamine. *Journal of the American Water Works Association,* **49**: 873–880 (1957)
49. OKUN, D. A. & PONGHIS, G. *Collecte et évacuation des eaux usées des collectivités.* Genève, Organisation mondiale de la Santé, 1976
50. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. National interim primary drinking water regulations. *Federal Register,* **40**, No. 248, December 24, 1975

INDEX

Air, coupures d', *voir* Coupures d'air
Aliments et boissons, industries de traitement, 71
Analyses, méthodes d', *voir* Méthodes d'analyse
Analyse bactériologique, 55, 131-134
Analyse chimique des échantillons d'eau, 59-61, 127-131
Analyse physique de l'eau, 59, 61
Appareils des hôpitaux, et interconnexions, 114
Approvisionnement en eau à des fins industrielles, 109, 111, 112, 115
  des collectivités, enquête globale, 14
    objectifs, 15
  en cas d'urgence, 71
Arsénite de sodium, solution, 129
Autorité législative, surveillance, 29, 66, 70, 72-75, 115
Autorités sanitaires, responsabilités de surveillance, 21, 22

Bactéries coliformes, épreuves, 131-134
Bacterium coli (Escherichia coli), voir Bactéries coliformes
Baisse de pression dans les conduites, 94, 95, 107, 112
Bidonvilles, problèmes de surveillance, 69
Bouches de captage, situation, 90

Camions-citernes, 19, 53
Canalisations borgnes, 94, 95, 107
« Casse-vide », 111, 112, 113
Chloramines, présence de, dans les échantillons d'eau, 131
Chloration des échantillons d'eau, 50, 91
Chlore résiduel, 41, 46, 55-57, 91
  analyse, 50, 53, 55-57, 91
  concentration, méthodes d'analyse, 127-131
  détermination, 127-131
  responsabilité pour la mesure du, 45
  taux, 41, 59
Chlorures, indices de pollution, 60
Choléra, 37, 69
  Voir aussi Epidémies; Maladies d'origine hydrique
Clapets de retenue, 113
Coliformes fécaux, épreuves, 133, 134
Comparateurs pour l'analyse de l'eau, 59, 61, 127-128
Conduites, pollution de l'eau, 94-95
Conservation de l'ortho-tolidine, 129
  eau traitée, 96, 98, 109
Contamination des réseaux de distribution, 41, 42, 109-116
Coupures d'air, pour prévenir les courants de reflux, 109-110, 115
Cours de formation, enquêtes sanitaires, 77-79
  exploitation d'une station de traitement, 84-87
  mesures de contrôle contre les interconnexions, 82-83
  prélèvements bactériologiques et exécution des épreuves, 79-82

Défauts d'hygiène des approvisionnements en eau, 100-108
Désinfection, conduites maîtresses, 94
  puits, 99-101
  réservoirs, 99
Détection des fuites des conduites, 95, 96
Diéthyl-*p*-phénylène diamine, solution (DPD), 130
Données, collecte des, 27
Dossiers, filtration à sable lente, 91
  pressions dans le réseau et détection des fuites, 95
  réseaux d'approvisionnement en eau, 48
  surveillance, 66
DPD, dosage du chlore résiduel, 130-131
Dysenterie amibienne, épidémie aux Etats-Unis, 110
  Voir aussi Maladies d'origine hydrique

Eau, conduites, 94-96
échantillonnage, 49-54
en bouteilles, 19, 69, 70
maladies véhiculées par l', 13
réservoirs domestiques, 113
traitement, 90-93, 106-107
vendeurs d', 70
Eau de boisson, normes, *voir* Normes internationales pour l'eau de boisson; Normes, eau de boisson
Eaux de surface, 89-90, 106
Eaux souterraines, sources, 88, 89, 103-105
Echantillonnage, bactériologique de l'eau de boisson, 49-54, 65, 125-126
chimique de l'eau de boisson, 54
eau de boisson, 49-54
fréquence, 49-51
liste de contrôle, 125-126
méthodes de prélèvement, 53-54
occasionnel, 39
points de prélèvement, 51
Edifice surélevé, *voir* Pompes d'appoint
Education sanitaire, 23
Egouts, réservoirs de chasse, 107, 114
Enquêtes, pour des sources nouvelles, 40, 48
Enquêtes sanitaires sur les réseaux d'adduction, 11, 18, 39-48
cours de formation, 77-79
directives, 43, 47, 88-108
rapports, 117-124
Enquêteurs, qualifications, 44, 45
Epidémies, 22, 26, 36, 39, 41, 69, 110
Epreuve de fermentation en tube multiple, bactéries coliformes, 55, 131
Escherichia coli, voir Bactéries coliformes
Evaluation des activités de surveillance, 25-27
Examen médical du personnel d'exploitation, 36, 37, 76

Fiabilité d'un approvisionnement en eau, 47
Filtration sur membrane, cours de formation, 79-82,
eau, 90-93
Filtres à sable lents, 91
à sable rapides, 91
de dégrossissage, 90
Fluorures, dans l'eau, 61
Formules de rapports, modèles de, 117-124
pour les enquêtes à l'échelon municipal, 117-124
Fosses, 114

Franges urbaines, surveillance, 69
Fuites, localisation dans les conduites, 95, 96

Galerie d'infiltration, canal, 104
sous un étang, 103
Glace, manufacture de, 19, 70

Helminthiases, 108
Hépatite, poussée épidémique en Inde, 39, 60, 90
Hydrogénophosphate disodique, solution, 130

Incitations financières, amélioration de l'eau de boisson, 30, 37
Inspecteur de la santé publique, 33
Installations sanitaires, codes et règlements, 30, 107, 115, 116
Interconnexions, cours de formation, 82-83
mesures de lutte, 107-116

Laboratoires, établissement, 18
de référence, 61
des services des eaux, 60-61
équipement, 60-61, 131-132
mode opératoire, 132, 134
Législation, surveillance de l'eau, 29-31
Liste de contrôle, des stations de traitement d'eau superficielles, 92
échantillons bactériologiques, 125-126
sources d'eau, 99-107

Main d'œuvre, estimation de la, 27, 32
Maladies diarrhéiques, *voir* Maladies d'origine hydrique
Maladies d'origine hydrique, 13
Membrane filtrante pour les épreuves bactériologiques, 55, 57-59, 131-134
cours de formation, 79-82
Mesures correctives, 12, 63- 67
défectuosités, 63-67
observation des, 64
Mesures juridiques, pour non-observation des règlements, 29, 64, 65, 116
Métaux toxiques, analyse des, 59
Méthodes d'analyse pour l'eau de boisson, 18, 55-62, 127-134
Méthylorange, épreuve pour le dosage du chlore, 131
Micro-crépines, pour l'eau de surface, 90
Monteur sanitaire, certificat, 116
Moustiques, prolifération des, dans les réseaux de distribution, 108

Nations Unies, Deuxième Décennie pour le Développement, objectifs globaux, 15
Normes, eau de boisson, 18, 30, 51, 55, 58, 60, 89
  équipement des installations, 30
Normes internationales pour l'eau de boisson, 30, 51, 55, 58, 60, 89

Organisation administrative dans les programmes de surveillance, 23
Organisation mondiale de la Santé, objectifs globaux recommandés, 15
Ortho-tolidine, réactif d'épreuve, 129
  avec le chlore, 128

Parasites, 14
  Voir aussi Maladies d'origine hydrique
Personnel d'exploitation, examen médical, 36, 37, 76
  formation, 18, 84-87
  professionnel, 32-34
  qualifications, 35, 44, 45
  responsabilités, 35, 45, 59
  subalterne, 36
  techniciens de l'assainissement, 34
Pesticides, analyse des, 59
Piscines, protection, 109, 114
Pollution, conduites, 94-96
  sources, 59
Pompage des eaux d'égout, 115
Pompes d'appoint, 94, 95, 109, 111, 114
Populations nomades, approvisionnements en eau, 26, 69
Post-chloration, 91
Pré-chloration, 91
Présédimentation dans les réservoirs, 90
Prévisions budgétaires pour les programmes de surveillance, 27, 28
Produits chimiques non biodégradables, épreuves pour les 59
Puits d'infiltration, 105
Puits, protection sanitaire, 88, 89, 101-105

Radioactivité, mesure de la, 59
Rapports d'enquêtes, 40, 46, 47, 63
Réactifs, pour l'analyse de l'eau, 128, 129-131
Recensement des réseaux d'approvisionnement, 24, 26
Reflux, prévention, 95, 104, 107, 109-116
Réseaux d'adduction doubles, 112, 114
Réseaux d'alimentation en eau d'établissements particuliers, 61
Réseaux d'approvisionnement en eau, définition, 26
Réseaux de distribution d'eau, 94, 107
Réservoirs, 90, 96, 97, 107, 115
  domestiques, ou citernes, 113

Schémas d'organisation pour la surveillance, 23
Services des eaux, de district, 36
  personnel, 35, 36
  plans de construction, 47
  responsabilités des autorités, 21
Siphonnage en retour, 112
Sources, 88-90, 102, 103-107
Sources d'énergie de secours des installations, 48
Sources nouvelles, enquêtes sur les, 40, 88
Sulfate ammoniaco-ferreux, 130
Suppression des approvisionnements en eau, 67
Surchloration, 67
Surveillance, activités de, 12, 13, 17-20, 31, 32-48
  estimation et prévisions budgétaires, 27
  niveaux, 17-20, 24-25, 31, 52, 72
  organismes de, 12, 21-22
  personnel, 32-34
  programmes, 17, 72-75
Syringaldazine, épreuve pour le dosage du chlore, 131

Tampon phosphate, 130
Techniciens auxiliaires, surveillance par les, 100
Techniciens de l'assainissement, formation, 34
Thiosulfate de sodium, pour la déchloration des échantillons d'eau, 53, 126
Traitement de l'eau, 90-93, 106-107
Transport d'échantillons d'eau, 54, 126
  d'échantillons d'eau filtrée sur membrane, 134
  de membranes filtrantes, 134
Trichlorure d'azote, épreuve, 131
Turbidité de l'eau filtrée, 91
Tuyau souple, 111, 115

Urgence, cas d', 66, 67

Vannes, 94, 108, 112, 114
  à deux soupapes de retenue en série, 112
Vendeurs d'eau, 70
Villages, approvisionnements en eau, 42, 68, 100

Zones rurales, approvisionnements en eau, 44, 68, 100